



(21) 申請案號：112115863

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 04 月 27 日

(51) Int. Cl. :

C07D409/14 (2006.01)

C07D405/14 (2006.01)

C07D495/04 (2006.01)

C07D333/08 (2006.01)

C07D333/54 (2006.01)

C07D277/22 (2006.01)

C07D409/04 (2006.01)

H01L51/42 (2006.01)

H01L27/30 (2006.01)

(30) 優先權：2022/04/28 日本

2022-075175

(71) 申請人：日商富士軟片股份有限公司 (日本) FUJIFILM CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：鈴木優子 SUZUKI, YUKO (JP)；杉浦寬記 SUGIURA, HIROKI (JP)

(74) 代理人：卓俊傑；鮑亞嵐；卓孟儀

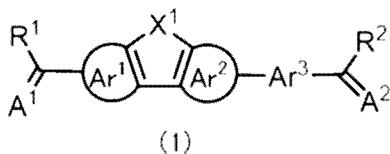
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：22 項 圖式數：2 共 104 頁

(54) 名稱

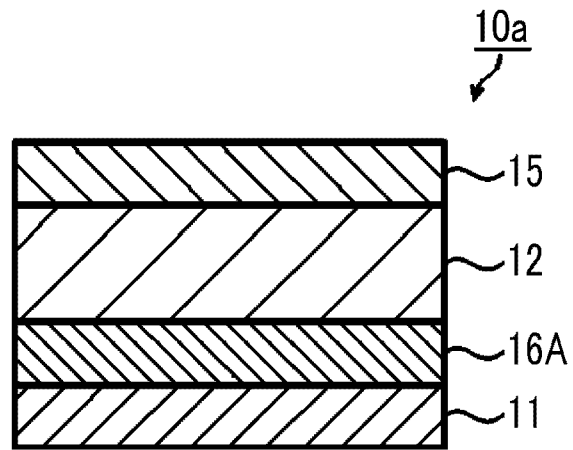
光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物

(57) 摘要

本發明的第 1 課題在於提供一種接收到藍色光時的量子效率優異之光電轉換元件。又，本發明的第 2 課題在於提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。本發明的光電轉換元件依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中，上述光電轉換膜包含式 (1) 所表示之化合物。



指定代表圖：



符號簡單說明：

10a:光電轉換元件

11:導電性膜(下部電極)

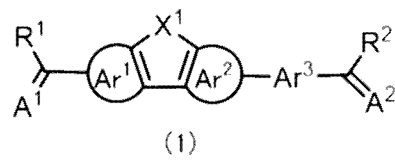
12:光電轉換膜

15:透明導電性膜(上部電極)

16A:電子阻擋膜

【圖1】

特徵化學式：



# 〔發明摘要〕

〔中文發明名稱〕 光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物

〔英文發明名稱〕 PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT,

IMAGING ELEMENT, OPTICAL SENSOR, AND COMPOUND

〔中文〕

本發明的第 1 課題在於提供一種接收到藍色光時的量子效率優異之光電轉換元件。又，本發明的第 2 課題在於提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。本發明的光電轉換元件依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中，上述光電轉換膜包含式 (1) 所表示之化合物。



## 【發明說明書】

【中文發明名稱】光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物

【英文發明名稱】PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT,

IMAGING ELEMENT, OPTICAL SENSOR, AND COMPOUND

【技術領域】

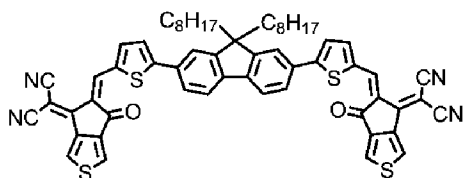
【0001】本發明係有關一種光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物。

【先前技術】

【0002】近年來，正在進行具有光電轉換膜之元件（例如，攝像元件）的開發。

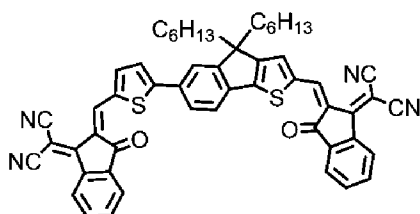
例如，在專利文獻 1 中揭示了下述化合物。

【0003】[化 1]



又，例如在非專利文獻 1 中揭示了下述化合物。

【0004】[化 2]



【0005】[專利文獻 1]中國專利申請公開第 110790743 號說明書

【0006】[非專利文獻 1]Energy & Environmental Science (2018),

11 (9), 2569-2580

【0007】近年來，隨著提高攝像元件及光感測器等的需求，針對該等中所使用之光電轉換元件所要求之各種特性，亦要求進一步提高。

例如，以更高的水平要求光電轉換元件接收到藍色光（尤其，波長 460nm）時的高量子效率。其中，上述藍色光係指波長 400~500nm 範圍內的光。

本發明人等對在專利文獻 1 中所揭示之包含化合物之光電轉換元件進行探討之結果，發現了存在進一步改善接收到藍色光時的量子效率之餘地。

#### 【發明內容】

【0008】因此，本發明的課題在於提供一種接收到藍色光時的量子效率優異之光電轉換元件。

又，本發明的課題還在於提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。

【0009】本發明人等為了解決上述課題而進行了深入研究之結果，發現了藉由以下結構能夠解決上述課題。

【0010】〔1〕一種光電轉換元件，其依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中，

上述光電轉換膜包含後述式（1）所表示之化合物。

〔2〕如〔1〕所述之光電轉換元件，其中，上述  $R^{Z1}$  及上述  $R^{Z4}$  所表示之取代基表示後述取代基 T。

〔3〕如〔1〕或〔2〕所述之光電轉換元件，其中，上述  $Ar^3$  表

示後述式 (Ar<sup>3</sup>-1) ~ 式 (Ar<sup>3</sup>-5) 所表示之基。

[4] 如 [3] 所述之光電轉換元件，其中，上述 R<sup>Z5</sup>、上述 R<sup>Z9</sup>、上述 R<sup>Z11</sup>、上述 R<sup>Z12</sup>、上述 R<sup>Z16</sup> 及上述 R<sup>X</sup> 所表示之取代基表示後述取代基 T。

[5] 如 [3] 或 [4] 所述之光電轉換元件，其中，上述 Ar<sup>3</sup> 表示上述式 (Ar<sup>3</sup>-1) 或上述式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基。其中，在上述式 (Ar<sup>3</sup>-1) 所表示之基中，在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z5</sup> 不相互連接而形成環。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z5</sup> 不相互連接而形成環。又，在上述式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基中，在 Z<sup>9</sup> 及 Z<sup>10</sup> 均表示 -CR<sup>Z9</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z9</sup> 不相互連接而形成環。

[6] 如 [1] 至 [5] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述 A<sup>1</sup> 及上述 A<sup>2</sup> 表示上述式 (A-1) 所表示之基。

[7] 如 [1] 至 [6] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述式 (A-1) 所表示之基表示後述式 (C-1) 或式 (C-2) 所表示之基。

[8] 如 [1] 至 [7] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述 X<sup>1</sup> 表示 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 或 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-。

[9] 如 [1] 至 [8] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述光電轉換膜進一步包含 n 型有機半導體，

上述光電轉換膜具有在混合式 (1) 所表示之化合物與 n 型有機半導體之狀態下形成之本體異質結構。

〔10〕如〔9〕所述之光電轉換元件，其中，上述 n 型有機半導體包含選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類。

〔11〕如〔1〕至〔10〕之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述光電轉換膜進一步包含 p 型有機半導體。

〔12〕如〔1〕至〔11〕之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述光電轉換膜進一步包含色素。

〔13〕一種攝像元件，其具有〔1〕至〔12〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔14〕一種光感測器，其具有〔1〕至〔12〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔15〕一種化合物，其由後述式（1）表示。

〔16〕如〔15〕所述之化合物，其中，上述  $R^{Z1}$  及上述  $R^{Z4}$  所表示之取代基表示後述取代基 T。

〔17〕如〔15〕或〔16〕所述之化合物，其中，上述  $Ar^3$  表示後述式（ $Ar^3-1$ ）～式（ $Ar^3-5$ ）所表示之基。

〔18〕如〔17〕所述之化合物，其中，上述  $R^{Z5}$ 、上述  $R^{Z9}$ 、上述  $R^{Z11}$ 、上述  $R^{Z12}$ 、上述  $R^{Z16}$  及上述  $R^X$  所表示之取代基表示後述取代基 T。

〔19〕如〔17〕或〔18〕所述之化合物，其中，上述  $Ar^3$  表示上述式（ $Ar^3-1$ ）或上述式（ $Ar^3-2$ ）所表示之基。其中，在上述式（ $Ar^3-1$ ）所表示之基中，在  $Z^5$  及  $Z^6$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z5}$  不相互連接而形成環。又，在  $Z^7$  及  $Z^8$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，

2 個  $R^{Z5}$  不相互連接而形成環。又，在上述式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基中，在  $Z^9$  及  $Z^{10}$  均表示  $-CR^{Z9}=$  之情況下，2 個  $R^{Z9}$  不相互連接而形成環。

[20] 如 [15] 至 [19] 之任一項所述之化合物，其中，上述  $A^1$  及上述  $A^2$  表示上述式 (A-1) 所表示之基。

[21] 如 [15] 至 [20] 之任一項所述之化合物，其中，上述式 (A-1) 所表示之基表示後述式 (C-1) 或式 (C-2) 所表示之基。

[22] 如 [15] 至 [21] 之任一項所述之化合物，其中，上述  $X^1$  表示  $-CR^{C1}R^{C2}-$  或  $-SiR^{C1}R^{C2}-$ 。

#### [發明效果]

**【0011】** 依據本發明，能夠提供一種接收到藍色光時的量子效率優異之光電轉換元件。

又，依據本發明，能夠提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。

#### 【圖式簡單說明】

**【0012】** 圖 1 係表示光電轉換元件的一結構例之剖面示意圖。

圖 2 係表示光電轉換元件的一結構例之剖面示意圖。

#### 【實施方式】

**【0013】** 以下，對本發明進行詳細說明。

以下所記載之構成要件的說明有時基於本發明的代表性實施態樣來進行，但是本發明並不限於該種實施態樣。

**【0014】** 以下，對本發明的光電轉換元件的實施形態進行詳細敘

述。

在本說明書中，使用“~”所表示之數值範圍係指將“~”前後所記載之數值作為下限值及上限值而包含之範圍。

在本說明書中，氫原子可以為輕氫原子（通常的氫原子）及氘原子（例如，雙氫原子等）。

在本說明書中，在由特定符號表示之取代基及連接基等（以下，亦稱為“取代基等”。）存在複數個時或在同時規定複數個取代基等時，係指各取代基等可以相互相同，亦可以不同。這一點針對取代基等的數量的規定亦相同。

在本說明書中，除非另有特別說明，則“取代基”可以舉出後述取代基 W 中所例示之基。

#### 【0015】（取代基 W）

對本說明書中之取代基 W 進行記載。

關於取代基 W，例如可以舉出鹵素原子（例如，氟原子、氯原子、溴原子及碘原子等）、烷基（包含環烷基、雙環烷基及三環烷基）、烯基（包含環烯基及雙環烯基）、炔基、芳基、雜芳基（雜環基）、氰基、硝基、烷氧基、芳氧基、矽氧基、雜環氧基、醯氧基、胺甲醯氧基、烷氧基羰基氧基、芳氧基羰基氧基、二級或三級胺基（包含苯胺基）、烷硫基、芳硫基、雜環硫基、烷基或芳基亞磺醯基、烷基或芳基磺醯基、醯基、芳氧基羰基、烷氧基羰基、芳基或雜環偶氮基、醯亞胺基、膦基、氧膦基、氧膦基氧基、氧膦基胺基、膦醯基、甲矽烷基、羧基、磷酸基、磺酸基、羥基、硫醇基、醯基胺基、

胺甲醯基、脲基、硼酸基及一級胺基。又，在可能的情況下，上述各基可以進一步具有取代基(例如，上述各基中的 1 個以上的基等)。例如，還包含可以具有取代基的烷基作為取代基 W 的一形態。

又，在取代基 W 具有碳原子之情況下，取代基 W 所具有之碳數例如為 1~20。

除了取代基 W 所具有之氫原子以外的原子的數量例如為 1~30 個。

再者，後述特定化合物作為取代基不具有羧基、羧基的鹽、磷酸基的鹽、磺酸基、磺酸基的鹽、羥基、硫醇基、醯基胺基、胺甲醯基、脲基、硼酸基 ( $-\text{B}(\text{OH})_2$ ) 及/或一級胺基亦較佳。

**【0016】** 在本說明書中，作為鹵素原子，例如可以舉出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子。

**【0017】** 又，在本說明書中，除非另有特別說明，則烷基的碳數為 1~20 為較佳，1~10 為更佳，1~6 為進一步較佳。

烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。

作為烷基，例如可以舉出甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、第三丁基、正己基及環戊基。

又，烷基可以為環烷基、雙環烷基及三環烷基，亦可以具有該等環狀結構作為部分結構。

在可以具有取代基的烷基中，烷基可以具有的取代基例如可以舉出取代基 W 中所例示之基，芳基（較佳為碳數 6~18，更佳為碳數 6）、雜芳基（較佳為碳數 5~18，更佳為碳數 5~6）或鹵

素原子（較佳為氟原子或氯原子）為較佳。

【0018】在本說明書中，除非另有特別說明，則烷氧基中之烷基部分為上述烷基為較佳。烷硫基中之烷基部分為上述烷基為較佳。

在可以具有取代基的烷氧基中，烷氧基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。在可以具有取代基的烷硫基中，烷硫基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

【0019】在本說明書中，除非另有特別說明，則烯基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。上述烯基的碳數為 2~20 為較佳。在可以具有取代基的烯基中，烯基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

在本說明書中，除非另有特別說明，則炔基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。上述炔基的碳數為 2~20 為較佳。在可以具有取代基的炔基中，炔基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

【0020】在本說明書中，除非另有特別說明，則芳香環或構成芳香環基之芳香環可以為單環及多環（例如，2~6 環等）中的任一個。單環的芳香環為僅具有 1 環的芳香環結構作為環結構之芳香環。多環（例如，2~6 環等）的芳香環為複數個（例如，2~6 個等）芳香環結構作為環結構縮環而成之芳香環。

上述芳香環的環員原子的數量為 5~15 為較佳。

上述芳香環可以為芳香族烴環及芳香族雜環。

在上述芳香環為芳香族雜環的情況下，作為環員原子具有之雜原子的數量例如為 1~10。作為上述雜原子，例如可以舉出氮原子、硫原子、氧原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子。

作為上述芳香族烴環，例如可以舉出苯環、萘環、蔥環及菲環。

作為上述芳香族雜環，例如可以舉出吡啶環、嘧啶環、嗒吡環、吡吡環、三吡環（例如，1,2,3-三吡環、1,2,4-三吡環及 1,3,5-三吡環等）、四吡環（例如，1,2,4,5-四吡環等）、喹啉環、吡咯環、呋喃環、噻吩環、咪唑環、吡唑環、噻唑環、苯并吡咯環、苯并呋喃環、苯并噻吩環、苯并咪唑環、苯并吡唑環、苯并噻唑環、萘并吡咯環、萘并呋喃環、萘并噻吩環、萘并咪唑環、萘并吡唑環、3H-吡咯啶環、吡咯并咪唑環（例如，5H-吡咯并[1,2-a]咪唑環等）、咪唑并吡唑環（例如，咪唑并[2,1-b]吡唑環等）、噻吩并噻唑環（例如，噻吩并[2,3-d]噻唑環等）、苯并噻二唑環、苯并二噻吩環（例如，苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩環等）、噻吩并噻吩環（例如，噻吩并[3,2-b]噻吩環等）、噻唑并噻唑環（例如，噻唑并[5,4-d]噻唑環等）、萘并二噻吩環（例如，萘并[2,3-b:6,7-b']二噻吩環、萘并[2,1-b:6,5-b']二噻吩環、萘并[1,2-b:5,6-b']二噻吩環及 1,8-二硫雜二環戊[b,g]萘環等）、苯并噻吩并苯并噻吩環、二噻吩并[3,2-b:2',3'-d]噻吩環及 3,4,7,8-四噻二環戊[a,e]并環戊二烯環。

在可以具有取代基的芳香環中，芳香環可以具有的取代基的種類例如可以舉出取代基 W 中所例示之基。上述芳香環具有取代基時的取代基的數量只要為 1 個以上（例如，1~4 個等）即可。

在本說明書中，在芳香環基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環除去 1 個以上（例如，1~5 個等）的氫原子而成之基。

在本說明書中，在芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族烴環對應之環除去 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族雜環對應之環除去 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在伸芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族烴環對應之環除去 2 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜伸芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族雜環對應之環除去 2 個氫原子而成之基。

在可以具有取代基的芳香環基、可以具有取代基的芳基、可以具有取代基的雜芳基、可以具有取代基的伸芳基及可以具有取代基的雜伸芳基中，該等基可以具有的取代基的種類例如可以舉出取代基 W 中所例示之基。可以具有取代基的該等基具有取代基時的取代基的數量只要為 1 個以上（例如，1~4 個等）即可。

【0021】又，在本說明書中，除非另有特別說明，則脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。又，作為脂肪族烴基，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個。

作為脂肪族烴基的碳數，除非另有特別說明，則 1~30 為較佳，1~20 為更佳，1~10 為進一步較佳，1~6 為更進一步較佳，1~5 為特佳，1~3 為最佳。

作為脂肪族烴基，烷基、烯基或炔基為較佳。作為烷基、烯基

及炔基，除非另有特別說明，則上述態樣為較佳。

在具有取代基的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以具有的取代基例如可以舉出取代基 W 中所例示之基。

**【0022】** 在本說明書中，在表示化學結構之 1 個式中表示基的種類或數量之相同的標記存在複數個之情況下，除非另有特別說明，則該等存在複數個之相同的標記彼此的內容分別獨立，相同的標記彼此的內容可以相同，亦可以不同。

在本說明書中，在表示化學結構之 1 個式中相同種類的基（例如，烷基等）存在複數個之情況下，除非另有特別說明，則該等存在複數個之相同種類的基彼此的具體的內容分別獨立，相同種類的基彼此的具體的內容可以相同，亦可以不同。

**【0023】** 在本說明書中，除非另有特別說明，則所表述之 2 價的基（例如，-CO-O-等）的鍵結方向並無限制。例如，在由“X-Y-Z”構成之式所表示之化合物中的 Y 為-CO-O-之情況下，上述化合物可以為“X-O-CO-Z”及“X-CO-O-Z”中的任一個。

**【0024】** 在本說明書中，關於能夠具有幾何異構物（順式-反式異構物）之化合物，為了便於說明，有時表示上述化合物之通式或結構式僅以順式體及反式體中的任一個形態記載。即使在該種情況下，除非另有特別說明，則上述化合物的形態並不限定於順式體及反式體中的任一個，上述化合物亦可以為順式體及反式體中的任一個形態。

**【0025】** [光電轉換元件]

本發明的光電轉換元件依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，並且光電轉換膜包含式(1)所表示之化合物(以下，亦稱為“特定化合物”)。

藉由使本發明的光電轉換元件採用上述結構，能夠解決本發明的課題之機制雖不一定明確，但是本發明人等如下推測。

特定化合物為具有供體部(D)和受體部(A)之化合物(所謂之A-D-A化合物)，供體部具有\*-規定結構的3縮環-Ar<sup>3</sup>-\*所表示之非對稱結構。再者，規定結構的3縮環係指式(1)中所指定之由包含Ar<sup>1</sup>和Ar<sup>2</sup>和X<sup>1</sup>之5員或6員的環構成之3縮環(再者，在X<sup>1</sup>表示-OCR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，包含X<sup>1</sup>之環成為6員的環)。推測為如下：特定化合物由於上述結構而難以產生基於π-π堆疊之凝集。亦即，推測為如下：在包含特定化合物之光電轉換膜中，抑制特定化合物彼此的凝集，其結果，在不阻礙光電轉換膜中的電荷分離的情況下有效地進行，光電轉換元件顯示優異之量子效率。

**【0026】**以下，將可以獲得接收到藍色光時的量子效率更優異之情況、接收到藍色光時的響應性更優異之情況及接收到藍色光時的響應速度的電場強度依賴性更低的情況中的至少1個以上的效果之情況亦稱為“本發明的效果更優異”。

**【0027】**在圖1中示出本發明的光電轉換元件的一實施形態的剖面示意圖。

圖1所示之光電轉換元件10a具有依序積層有如下之結構：作為下部電極而發揮作用之導電性膜(以下，亦稱為“下部電極”)

11、電子阻擋膜（electron blocking film）16A、包含特定化合物之光電轉換膜 12 及作為上部電極而發揮作用之透明導電性膜（以下，亦稱為“上部電極”）15。

在圖 2 中示出另一光電轉換元件的結構例。圖 2 所示之光電轉換元件 10b 具有在下部電極 11 上依序積層有電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、電洞阻擋膜 16B 及上部電極 15 之結構。再者，圖 1 及圖 2 中的電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12 及電洞阻擋膜 16B 的積層順序亦可以依據用途及特性而適當變更。

【0028】在光電轉換元件 10a（或 10b）中，光經由上部電極 15 入射到光電轉換膜 12 為較佳。

又，在使用光電轉換元件 10a（或 10b）之情況下，能夠施加電壓。此時，下部電極 11 與上部電極 15 構成一對電極，並且向該一對電極之間施加  $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^7 \text{V/cm}$  的電壓為較佳。從性能及耗電量的觀點考慮，作為所施加之電壓， $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^7 \text{V/cm}$  為更佳， $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^6 \text{V/cm}$  為進一步較佳。

再者，關於電壓施加方法，以在圖 1 及圖 2 中電子阻擋膜 16A 側成為陰極且光電轉換膜 12 側成為陽極的方式施加為較佳。在將光電轉換元件 10a（或 10b）用作光感測器之情況或組裝於攝像元件上之情況下，亦能夠藉由相同的方法施加電壓。

如在後段進行詳細敘述，光電轉換元件 10a（或 10b）能夠較佳地適用於攝像元件用途中。

以下，對構成本發明的光電轉換元件之各層的形態進行詳細

敘述。

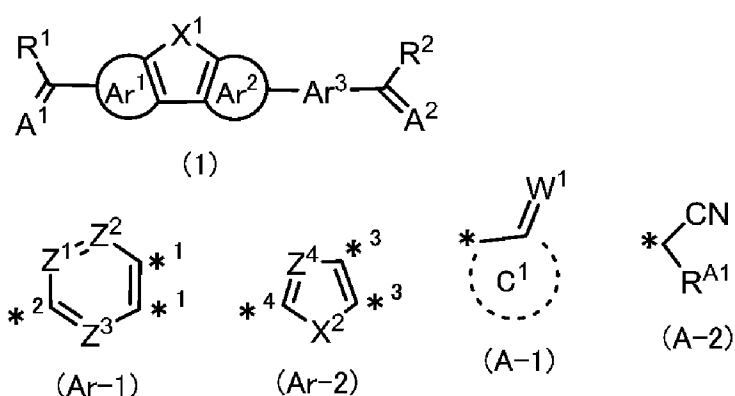
【0029】〔光電轉換膜〕

光電轉換元件具有光電轉換膜。

【0030】〈特定化合物〉

光電轉換膜包含式(1)所表示之化合物(特定化合物)。

【0031】[化 3]



【0032】式(1)中， $R^1$ 及 $R^2$ 分別獨立地表示氫原子或取代基。

作為 $R^1$ 及 $R^2$ 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基W中所例示之基。其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮， $R^1$ 及 $R^2$ 表示氫原子為較佳。

【0033】式(1)中， $X^1$ 表示 $-NR^N-$ 、 $-CR^{C1}R^{C2}-$ 、 $-SiR^{C1}R^{C2}-$ 、 $-GeR^{C1}R^{C2}-$ 、 $-OCR^{C1}R^{C2}-$ 、硫原子、氧原子或硒原子。

作為 $X^1$ ，從本發明的效果更優異之觀點考慮，其中，表示 $-NR^N-$ 、 $-CR^{C1}R^{C2}-$ 、 $-SiR^{C1}R^{C2}-$ 、 $-GeR^{C1}R^{C2}-$ 或 $-OCR^{C1}R^{C2}-$ 為較佳，表示 $-NR^N-$ 、 $-CR^{C1}R^{C2}-$ 或 $-SiR^{C1}R^{C2}-$ 為更佳，表示 $-CR^{C1}R^{C2}-$ 或 $-SiR^{C1}R^{C2}-$ 為進一步較佳。

【0034】 $R^N$ 、 $R^{C1}$ 及 $R^{C2}$ 分別獨立地表示取代基S。關於取代基S，

將在後段進行詳細敘述。

$R^{C1}$  和  $R^{C2}$  可以相互連接而形成環。作為  $R^{C1}$  和  $R^{C2}$  相互連接而形成之環，可以為芳香環及脂環中的任一個，亦可以為單環及多環中的任一個。

作為  $R^{C1}$  和  $R^{C2}$  相互連接而形成之上述環，脂肪族烴環(例如，碳數 3~8 的脂肪族烴環)為較佳。又， $R^{C1}$  和  $R^{C2}$  相互連接而形成之上述脂肪族烴環可以進一步與芳香環(較佳為 1~2 個)縮環。

又，在上述環具有取代基之情況下，作為取代基，從本發明的效果更優異之觀點考慮，後述取代基 S 為較佳。

**【0035】** 式(1)中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  分別獨立地表示式(Ar-1)或式(Ar-2)所表示之基。其中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  中的至少一個表示式(Ar-1)所表示之基。

**【0036】** 式(Ar-1)中， $Z^1 \sim Z^3$  分別獨立地表示  $-CR^{Z1}=$  或  $-N=$ 。

作為  $Z^1 \sim Z^3$ ，其中，表示  $-CR^{Z1}=$  為較佳。

$R^{Z1}$  表示氫原子或取代基。

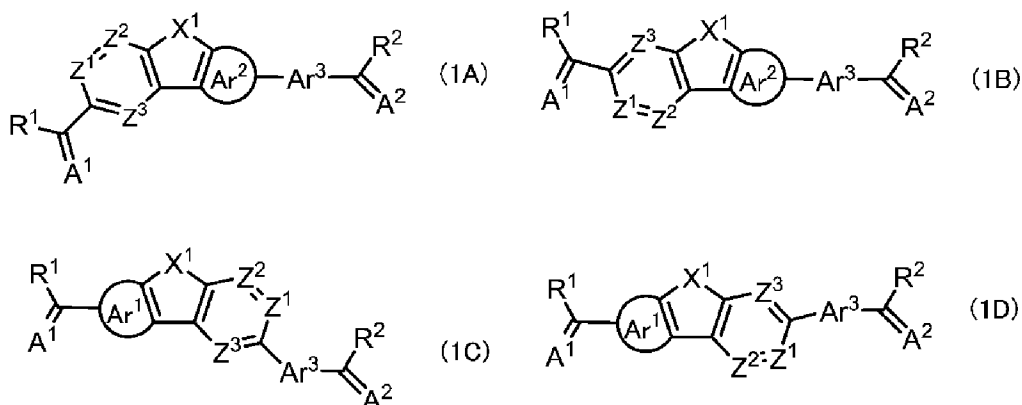
作為  $R^{Z1}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

作為  $R^{Z1}$ ，從本發明的效果優異之觀點考慮，氫原子或取代基 T 為較佳，氫原子為更佳。

**【0037】** 式(Ar-1)中， $*^1$  表示與式(1)中的包含  $X^1$  之 5 員或 6 員的環的鍵結位置。 $*^2$  表示與式(1)中的  $-C(R^1)=A^1$  所表示之基(式(1)中的左側的末端部位中所指定之  $-C(R^1)=A^1$  所表示之基)

或  $Ar^3$  的鍵結位置。亦即，例如在式 (1) 中的  $Ar^1$  表示式 (Ar-1) 所表示之基之情況下，式 (1) 所表示之基與下述式 (1A) 或下述式 (1B) 所表示之基對應，在式 (1) 中的  $Ar^2$  表示式 (Ar-1) 所表示之基之情況下，式 (1) 所表示之基與下述式 (1C) 或下述 (1D) 所表示之基對應。

【0038】 [化 4]



【0039】 式 (Ar-2) 中， $X^2$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ 。作為  $X^2$ ，其中，硫原子或氧原子為較佳，硫原子為更佳。

$R^{NX}$  表示後述取代基 S。

$Z^4$  表示  $-CR^{Z^4}=$  或  $-N=$ 。

作為  $Z^4$ ，其中，表示  $-CR^{Z^4}=$  為較佳。

$R^{Z^4}$  表示氫原子或取代基。

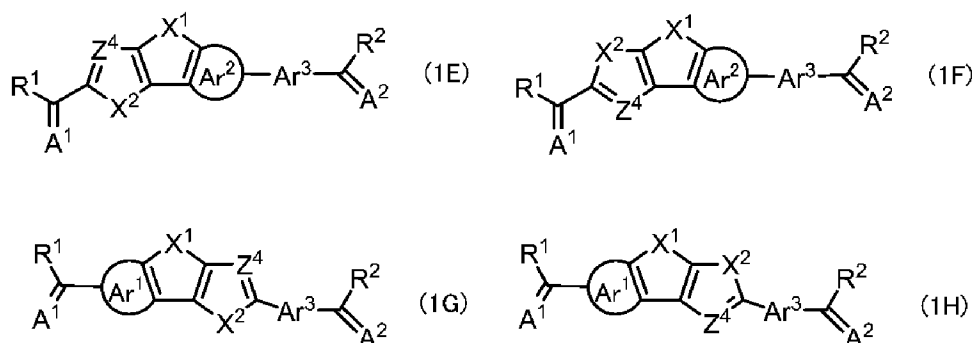
作為  $R^{Z^4}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

作為  $R^{Z^4}$ ，從本發明的效果優異之觀點考慮，氫原子或取代基 T 為較佳，氫原子為更佳。

【0040】 式 (Ar-2) 中， $*^3$  表示與式 (1) 中的包含  $X^1$  之 5 員或 6

員的環的鍵結位置的鍵結位置。 $*^4$ 表示與式(1)中的 $-C(R^1)=A^1$ 所表示之基(式(1)中的左側的末端部位中所指定之 $-C(R^1)=A^1$ 所表示之基)或 $Ar^3$ 的鍵結位置。亦即,例如在式(1)中的 $Ar^1$ 表示式(Ar-2)所表示之基之情況下,式(1)所表示之基與下述式(1E)或下述式(1F)所表示之基對應,在式(1)中的 $Ar^2$ 表示式(Ar-2)所表示之基之情況下,式(1)所表示之基與下述式(1G)或下述(1H)所表示之基對應。

【0041】[化 5]



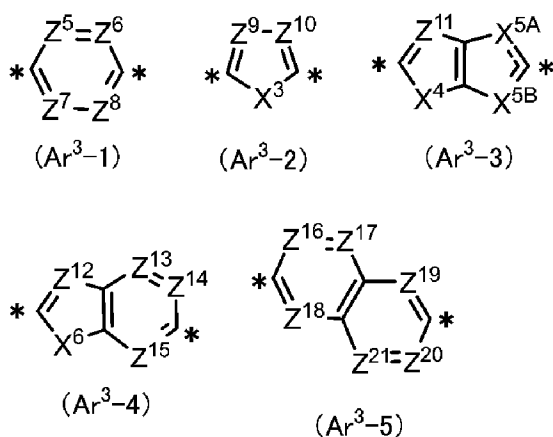
【0042】式(1)中, $Ar^3$ 表示可以具有取代基的單環或2環的伸芳基或者可以具有取代基的單環或2環的雜伸芳基。

作為 $Ar^3$ ,從本發明的效果更優異之觀點考慮,表示可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基為較佳。

【0043】作為 $Ar^3$ 所表示之單環或2環的伸芳基或者單環或2環的雜伸芳基可以具有的取代基,例如可以舉出上述取代基W中所例示之基,其中,表示後述取代基T為較佳。

【0044】作為 $Ar^3$ ,表示下述式( $Ar^3-1$ )~下述式( $Ar^3-5$ )所表示之基為較佳。

## 【0045】[化 6]



【0046】式 (Ar<sup>3</sup>-1) 中，Z<sup>5</sup>~Z<sup>8</sup> 分別獨立地表示 -CR<sup>Z5</sup>= 或 -N=。

作為 Z<sup>5</sup>~Z<sup>8</sup>，表示 -CR<sup>Z5</sup>= 為較佳。

R<sup>Z5</sup> 表示氫原子或取代基。

作為 R<sup>Z5</sup> 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

再者，在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z5</sup> 可以相互連接而形成單環。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z5</sup> 可以相互連接而形成單環。其中，在 Z<sup>5</sup>~Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 中之 2 個 R<sup>Z5</sup> 和 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 中之 2 個 R<sup>Z5</sup> 中的僅一個可以相互連接而形成單環。

作為 2 個 R<sup>Z5</sup> 相互連接而形成之單環，可以舉出單環的芳香環及可以包含雜原子的單環的脂環，從本發明的效果更優異之觀點考慮，可以包含雜原子的單環的脂環（較佳為環烷基）為較佳。

在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，從本發明的效果更優異之觀點考慮，2 個 R<sup>Z5</sup> 不相互連接而形成環為較佳。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup>

均表示 $-\text{CR}^{\text{Z}5}=\text{}$ 之情況下，2 個  $\text{R}^{\text{Z}5}$  不相互連接而形成環為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0047】式( Ar<sup>3</sup>-2 )中， $\text{X}^3$  表示硫原子、氧原子、硒原子或 $-\text{NR}^{\text{NX}}-\text{}$ 。

$\text{R}^{\text{NX}}$  表示氫原子或後述取代基 S。

$\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  分別獨立地表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 或 $-\text{N}=\text{}$ 。

作為  $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$ ，表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 為較佳。

$\text{R}^{\text{Z}9}$  表示氫原子或取代基。

作為  $\text{R}^{\text{Z}9}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

再者，在  $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  均表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 之情況下，2 個  $\text{R}^{\text{Z}9}$  可以相互連接而形成單環。

作為 2 個  $\text{R}^{\text{Z}9}$  相互連接而形成之單環，可以舉出單環的芳香環及可以包含雜原子的單環的脂環，從本發明的效果更優異之觀點考慮，可以包含雜原子的單環的脂環（較佳為環烷基）為較佳。

在  $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  均表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 之情況下，從本發明的效果更優異之觀點考慮， $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  中之 2 個  $\text{R}^{\text{Z}9}$  不相互連接而採用單環結構為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0048】式( Ar<sup>3</sup>-3 )中， $\text{X}^4$  表示硫原子、氧原子、硒原子或 $-\text{NR}^{\text{NX}}-\text{}$ 。

$\text{R}^{\text{NX}}$  表示氫原子或取代基 S。

$\text{Z}^{11}$  表示 $-\text{CR}^{\text{Z}11}=\text{}$ 或 $-\text{N}=\text{}$ ，表示 $-\text{CR}^{\text{Z}11}=\text{}$ 為較佳。

$\text{R}^{\text{Z}11}$  表示氫原子或取代基。

作為  $R^{Z11}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基  $W$  中所例示之基，其中，表示後述取代基  $T$  為較佳。

**【0049】**  $X^{5A}$  及  $X^{5B}$  中的其中一個表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ ，另一個表示  $-CR^X=$  或  $-N=$ 。再者，在式 ( $Ar^3-3$ ) 中，關於在與  $X^{5A}$  相鄰之碳原子之間所指定之虛線，在  $X^{5A}$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$  之情況下表示單線（單鍵），在  $X^{5A}$  表示  $-CR^X=$  或  $-N=$  之情況下表示雙線（雙鍵）。又，關於在與  $X^{5B}$  相鄰之碳原子之間所指定之虛線，在  $X^{5B}$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$  之情況下表示單線（單鍵），在  $X^{5B}$  表示  $-CR^X=$  或  $-N=$  之情況下表示雙線（雙鍵）。

$R^{NX}$  表示氫原子或後述取代基  $S$ 。

$R^X$  表示氫原子或取代基。

作為  $R^X$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基  $W$  中所例示之基，其中，表示後述取代基  $T$  為較佳。

\*表示鍵結位置。

**【0050】** 式 ( $Ar^3-4$ ) 中， $X^6$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ 。

$R^{NX}$  表示氫原子或取代基  $S$ 。

$Z^{12} \sim Z^{15}$  分別獨立地表示  $-CR^{Z12}=$  或  $-N=$ ，表示  $-CR^{Z12}=$  為較佳。

$R^{Z12}$  表示氫原子或取代基。

作為  $R^{Z12}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基  $W$  中所例示之基，其中，表示後述取代基  $T$  為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0051】式 (Ar<sup>3</sup>-5) 中，Z<sup>16</sup>~Z<sup>21</sup> 分別獨立地表示 -CR<sup>Z<sup>16</sup></sup>= 或 -N=，表示 -CR<sup>Z<sup>16</sup></sup>= 為較佳。

R<sup>Z<sup>16</sup></sup> 表示氫原子或取代基。

作為 R<sup>Z<sup>16</sup></sup> 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0052】作為 Ar<sup>3</sup>，其中，表示式 (Ar<sup>3</sup>-1) 或式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基 (其中，在式 (Ar<sup>3</sup>-1) 所表示之基中，在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 不相互連接而形成環。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 不相互連接而形成環。又，在式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基中，在 Z<sup>9</sup> 及 Z<sup>10</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>9</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>9</sup></sup> 不相互連接而形成環) 為更佳。

【0053】式 (1) 中，A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 分別獨立地表示式 (A-1) 或式 (A-2) 所表示之基。

其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 中的至少一個為式 (A-1) 所表示之基為較佳，A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 這兩個均為式 (A-1) 所表示之基為更佳。

【0054】上述式 (A-1) 中，W<sup>1</sup> 表示氧原子、硫原子、=NR<sup>W<sup>1</sup></sup> 或 =CR<sup>W<sup>2</sup></sup>R<sup>W<sup>3</sup></sup>。

R<sup>W<sup>1</sup></sup> 表示氫原子或取代基。

作為上述 R<sup>W<sup>1</sup></sup> 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之取代基。

$R^{W2}$  及  $R^{W3}$  分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2R^{W4}$ 、 $-\text{COOR}^{W5}$  或  $-\text{COR}^{W6}$ 。作為  $R^{W2}$  及  $R^{W3}$ ，至少一個表示氰基為較佳，兩個均表示氰基為更佳。

$R^{W4}$ 、 $R^{W5}$  及  $R^{W6}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基。

又，作為上述  $R^{W4}$ 、 $R^{W5}$  及  $R^{W6}$  所表示之脂肪族烴基、芳基及雜環基可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基  $W$  中所例示之取代基。

【0055】作為上述  $W^1$ ，從本發明的效果更優異之觀點考慮，表示氧原子或硫原子為較佳，表示氧原子為更佳。

【0056】式 (A-1) 中， $C^1$  表示包含至少 2 個碳原子（與式 (A-1) 中所指定之 2 個碳原子對應。）之可以具有取代基的環。

上述環的碳數為 3~30 為較佳，3~20 為更佳，3~10 為進一步較佳。再者，上述碳數為包含式中所指定之 2 個碳原子之數量。

上述環可以為芳香族性及非芳香族性中的任一種。

上述環可以為單環及多環中的任一個，5 員環、6 員環或包含 5 員環及 6 員環中的至少 1 個之縮合環為較佳。形成上述縮合環之環的數量為 1~4 個為較佳，1~3 個為更佳。

上述環可以具有雜原子。作為上述雜原子，例如可以舉出氮原子、硫原子、氧原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氮原子或氧原子為較佳。

上述環的雜原子的數量為 0~10 個為較佳，0~5 個為更佳。

【0057】構成上述  $C^1$  所表示之環之碳原子可以經其他羰基碳 ( $>C=O$ ) 及/或其他硫羰基碳 ( $>C=S$ ) 取代。再者，其他羰基碳 ( $>C=O$ ) 及其他硫羰基碳 ( $>C=S$ ) 為將構成環之碳原子中除了\*的部分的碳原子及與  $W^1$  鍵結之碳原子以外的碳原子設為構成要素之羰基碳及硫羰基碳。

作為上述環可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基  $W$  中所例示之基，鹵素原子、烷基、芳香環基、烷氧基或甲矽烷基為較佳，鹵素原子或烷基為更佳。

上述烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種，直鏈狀或環狀為較佳。

上述烷基的碳數為 1~10 為較佳，1~3 為更佳。

【0058】作為上述  $C^1$  所表示之環，用作酸性核（例如，部花青色素中的酸性核等）之環為較佳，例如可以舉出以下核。

(a) 1,3-二羰基核：例如 1,3-茛烷二酮核、1,3-環己烷二酮、5,5-二甲基-1,3-環己烷二酮及 1,3-二噁烷-4,6-二酮等。

(b) 吡啶酮核：例如 1-苯基-2-吡啶啉-5-酮、3-甲基-1-苯基-2-吡啶啉-5-酮及 1-(2-苯并噻啉基)-3-甲基-2-吡啶啉-5-酮等。

(c) 異噁啶酮核：例如 3-苯基-2-異噁啶啉-5-酮及 3-甲基-2-異噁啶啉-5-酮等。

(d) 氧基吡啶核：例如 1-烷基-2,3-二氫-2-氧基吡啶等。

(e) 2,4,6-三氧代六氫嘧啶核：例如巴比妥酸、2-硫巴比妥酸及其衍生物等。作為上述衍生物，例如可以舉出 1-甲基、1-乙基等

1-烷基體、1,3-二甲基、1,3-二乙基及 1,3-二丁基等 1,3-二烷基體、1,3-二苯基、1,3-二(對氯苯基)及 1,3-二(對乙氧基羰基苯基)等 1,3-二芳基體、1-乙基-3-苯基等 1-烷基-1-芳基體以及 1,3-二(2-吡啶基)等 1,3-二雜芳基體。

(f) 2-硫代-2,4-噻唑啉二酮核：例如繞丹寧及其衍生物等。作為上述衍生物，例如可以舉出 3-甲基繞丹寧、3-乙基繞丹寧及 3-烯丙基繞丹寧等 3-烷基繞丹寧、3-苯基繞丹寧等 3-芳基繞丹寧以及 3-(2-吡啶基)繞丹寧等 3-雜芳基繞丹寧等。

(g) 2-硫代-2,4-噁唑啉二酮核 (2-硫代-2,4-(3H,5H)-噁唑啉二酮核)：例如 3-乙基-2-硫代-2,4-噁唑啉二酮等。

(h) 硫茛酮核：例如 3(2H)-硫茛酮-1,1-二氧化物等。

(i) 2-硫代-2,5-噻唑啉二酮核：例如 3-乙基-2-硫代-2,5-噻唑啉二酮等。

(j) 2,4-噻唑啉二酮核：例如 2,4-噻唑啉二酮、3-乙基-2,4-噻唑啉二酮及 3-苯基-2,4-噻唑啉二酮等。

(k) 噻唑啉-4-酮核：例如 4-噻唑啉酮及 2-乙基-4-噻唑啉酮等。

(l) 2,4-咪唑啉二酮 (乙內醯脲) 核：例如 2,4-咪唑啉二酮及 3-乙基-2,4-咪唑啉二酮等。

(m) 2-硫代-2,4-咪唑啉二酮 (2-硫乙內醯脲) 核：例如 2-硫代-2,4-咪唑啉二酮及 3-乙基-2-硫代-2,4-咪唑啉二酮等。

(n) 咪唑啉-5-酮核：例如 2-丙基巰基-2-咪唑啉-5-酮等。

(o) 3,5-吡唑啉二酮核：例如 1,2-二苯基-3,5-吡唑啉二酮及 1,2-

二甲基-3,5-吡唑啉二酮等。

(p) 苯并噁吩-3(2H)-酮核：例如苯并噁吩-3(2H)-酮、氧代苯并噁吩-3(2H)-酮及二氧代苯并噁吩-3(2H)-酮等。

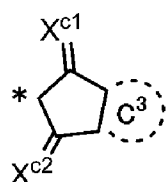
(q) 二氫茛酮核：例如 1-二氫茛酮、3-苯基-1-二氫茛酮、3-甲基-1-二氫茛酮、3,3-二苯基-1-二氫茛酮及 3,3-二甲基-1-二氫茛酮等。

(r) 苯并呋喃-3-(2H)-酮核：例如苯并呋喃-3-(2H)-酮等。

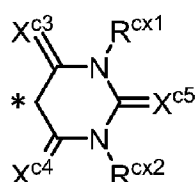
(s) 2,2-二氫萘-1,3-二酮核等。

【0059】作為上述式 (A-1) 所表示之基，從本發明的效果更優異之觀點考慮，下述式 (C-1) 或下述式 (C-2) 所表示之基為較佳，下述式 (C-1) 所表示之基為更佳。再者，式 (C-1) 及式 (C-2) 中，\*表示鍵結位置。

【0060】[化 7]



(C-1)



(C-2)

【0061】式 (C-1) 中， $X^{c1}$  及  $X^{c2}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{c11}$  或  $=CR^{c12}R^{c13}$ 。

作為  $X^{c1}$  及  $X^{c2}$ ，其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，分別獨立地表示氧原子或硫原子為較佳，表示氧原子為更佳。

【0062】 $R^{c11}$  表示氫原子或取代基。

作為上述  $R^{c11}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W

中所例示之取代基。

$R^{c12}$  及  $R^{c13}$  分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2R^{c14}$ 、 $-\text{COOR}^{c15}$  或  $-\text{COR}^{c16}$ 。作為  $R^{c12}$  及  $R^{c13}$ ，至少一個表示氰基為較佳，兩個均表示氰基為更佳。

$R^{c14}$ 、 $R^{c15}$  及  $R^{c16}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基。

作為上述  $R^{c14}$ 、 $R^{c15}$  及  $R^{c16}$  所表示之脂肪族烴基、芳基及雜環基可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 **W** 中所例示之取代基。

**【0063】**  $C^3$  表示包含至少 2 個碳原子（與式（**C-1**）中所指定之 2 個碳原子對應。）之可以具有取代基的芳香環。

上述芳香環的碳數為 4~30 為較佳，5~12 為更佳，6~8 為進一步較佳。再者，上述碳數為包含式中所指定之 2 個碳原子之數量。

上述芳香環可以為單環及多環中的任一個。

又，芳香環可以為芳香族烴環及芳香族雜環中的任一個，但是芳香族烴環為較佳。

作為上述  $C^3$  所表示之芳香環，苯環、萘環、蔥環或芘環為較佳，苯環或萘環為更佳。

作為上述芳香環可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 **W** 中所例示之基，烷基、烷氧基、芳基、雜芳基或鹵素原子為較佳。

【0064】式 (C-2) 中， $X^{c3} \sim X^{c5}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{c31}$  或  $=CR^{c32}R^{c33}$ 。

作為  $X^{c3} \sim X^{c5}$ ，其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，分別獨立地表示氧原子或硫原子為較佳，表示氧原子為更佳。

$R^{c31}$  表示氫原子或取代基。

作為上述  $R^{c31}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之取代基。

$R^{c32}$  及  $R^{c33}$  分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2R^{c34}$ 、 $-\text{COOR}^{c35}$  或  $-\text{COR}^{c36}$ 。

作為  $R^{c32}$  及  $R^{c33}$ ，至少一個表示氰基為較佳，兩個均表示氰基為更佳。

$R^{c34}$ 、 $R^{c35}$  及  $R^{c36}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基。

作為上述  $R^{c34}$ 、 $R^{c35}$  及  $R^{c36}$  所表示之脂肪族烴基、芳基及雜環基可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之取代基。

【0065】上述式 (C-2) 中， $R^{cx1}$  及  $R^{cx2}$  分別獨立地表示氫原子或取代基。

作為  $R^{cx1}$  及  $R^{cx2}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，烷基或苯基為較佳，烷基為更佳。

上述苯基可以進一步具有取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基。

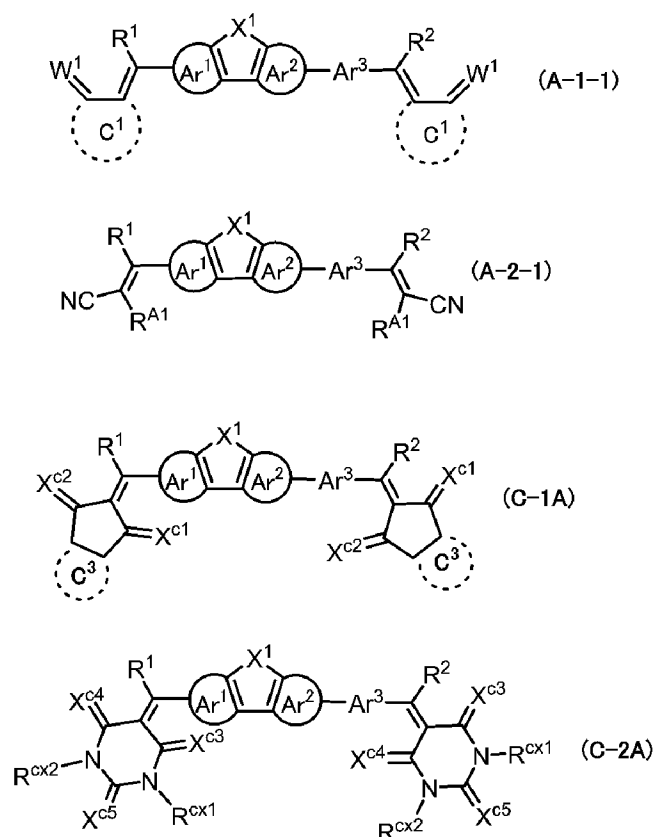
【0066】式 (A-2) 中， $R^{A1}$  表示氰基或  $-CO-Ar^A$ 。

$Ar^A$  表示可以具有取代基的芳香環基或脂肪族烴基。

作為  $R^{A1}$ ，其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，表示氰基或  $Ar^A$  為可以具有取代基的芳香環基之  $-CO-Ar^A$  為較佳。

【0067】上述式 (1) 中，在  $A^1$  及  $A^2$  為式 (A-1) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (A-1-1) 表示，在  $A^1$  及  $A^2$  為式 (A-2) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (A-2-1) 表示。又，此時，在上述式 (A-1) 所表示之基為式 (C-1) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (C-1A) 表示，在上述式 (A-1) 所表示之基為式 (C-2) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (C-2A) 表示。

【0068】[化 8]



【0069】在上段部的記載中，取代基 S 如下。

**【0070】** 取代基 S：

取代基 S 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基。

**【0071】** 在取代基 S 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個，但是飽和脂肪族烴基為較佳。

取代基 S 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子（換言之，鏈中的-CH<sub>2</sub>-可以經-O-取代），亦可以具有鹵素原子作為取代基。

取代基 S 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以為單環或多環中的任一個。

**【0072】** 取代基 S 所表示之上述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、鹵素原子或-Si(R<sup>SX</sup>)<sub>3</sub> 作為取代基。再者，作為芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基，與取代基 S 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

【0073】作為取代基 S 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 1~3 的直鏈狀的烷基（例如，甲基、乙基及正丙基），乙基或甲基為較佳，甲基為更佳。

作為取代基 S 所表示之上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~5 的支鏈狀的烷基（例如，異丙基、仲丁基、異丁基、叔丁基及新戊基），異丙基、仲丁基、異丁基或叔丁基為較佳，異丙基為更佳。

作為取代基 S 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~8 的環烷基（例如，環丙基、環丁基、環戊基、環己基及環庚基），環丙基、環丁基、環戊基或環己基為較佳，環丙基為更佳。

作為取代基 S 所表示之上述芳香環基的具體例，可以舉出可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的烷基的苯基等。

【0074】上述  $R^{SX}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基。

【0075】在上述  $R^{SX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個，但是飽和脂肪族烴基為較佳。

上述  $R^{SX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪

族烴基可以具有醚性氧原子(換言之，鏈中的-CH<sub>2</sub>-可以經-O-取代)，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

**【0076】** 上述 R<sup>SX</sup> 所表示之芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基。再者，作為上述芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基，與取代基 S 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

**【0077】** 在上段部的記載中，取代基 T 如下。

**【0078】** 取代基 T：

取代基 T 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、-Si(R<sup>TX</sup>)<sub>3</sub>、鹵素原子或芳香環基。

**【0079】** 取代基 T 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子(換言之，鏈中的-CH<sub>2</sub>-可以經-O-取代)，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

取代基 T 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以為單環或多環中的任一個。

**【0080】** 取代基 T 所表示之上述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~

8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基。再者，作為芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基，與取代基 T 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

**【0081】** 作為取代基 T 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 1~3 的直鏈狀的烷基（例如，甲基、乙基及正丙基），甲基或乙基為較佳，甲基為更佳。

作為取代基 T 所表示之上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~5 的支鏈狀的烷基（例如，異丙基、仲丁基、異丁基、叔丁基及新戊基），異丙基、仲丁基、異丁基或叔丁基為較佳，異丙基為更佳。

作為取代基 T 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~8 的環烷基（例如，環丙基、環丁基、環戊基、環己基及環庚基），環丙基、環丁基、環戊基或環己基為較佳，環丙基為更佳。

作為取代基 T 所表示之上述芳香環基的具體例，可以舉出作為取代基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的烷基的苯基等。

**【0082】**  $R^{TX}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基。

**【0083】** 在上述  $R^{TX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、

碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個，但是飽和脂肪族烴基為較佳。

上述  $R^{TX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子(換言之，鏈中的  $-CH_2-$  可以經  $-O-$  取代)，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

**【0084】** 上述  $R^{TX}$  所表示之芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基。再者，作為上述芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基，與取代基 S 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

**【0085】** 作為  $R^{TX}$ ，其中，表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基為較佳。

作為  $R^{TX}$  所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基，與取代基 T 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基的含義相同，較佳態樣亦相同。

**【0086】** 上述特定化合物的分子量為 400~1,200 為較佳，400~1,000 為更佳，400~800 為進一步較佳。

推測為如下：在為上述分子量之情況下，特定化合物的升華溫

度變低，在高速形成光電轉換膜時量子效率亦優異。

【0087】從用作 p 型有機半導體時的穩定性和與 n 型有機半導體的能階的匹配的觀點考慮，特定化合物在單獨膜中的游離電位為-5.0~-6.0eV 為較佳。

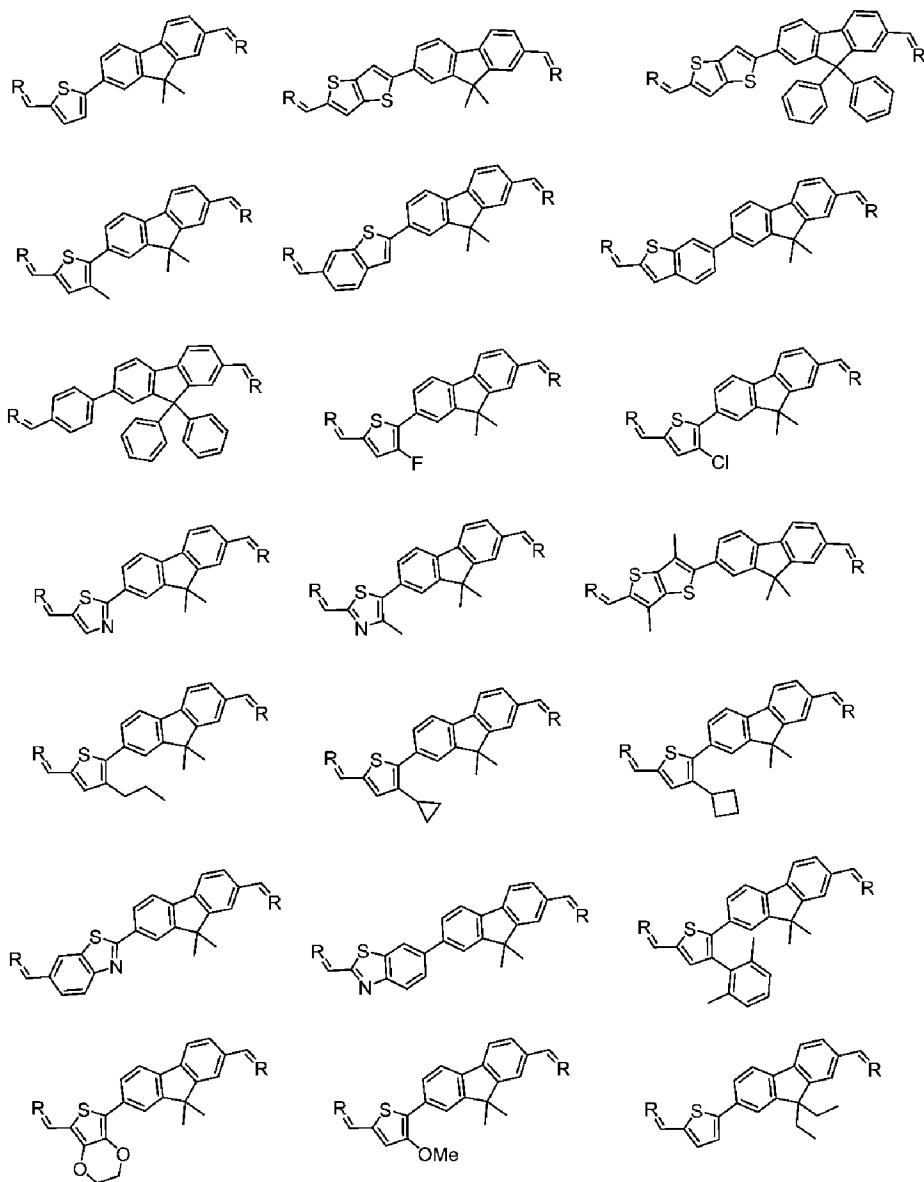
【0088】特定化合物的極大吸收波長在波長 400~600nm 範圍內為較佳，在波長 400~500nm 範圍內為更佳。

上述極大吸收波長為將特定化合物的吸收光譜調整成吸光度成為 0.5~1.0 左右的濃度且在溶液狀態（溶劑：氯仿）下測量而獲得之值。其中，在特定化合物不溶解於氯仿中的情況下，對特定化合物進行蒸鍍，並將使用成為膜狀態之特定化合物而測量之值設為特定化合物的極大吸收波長。

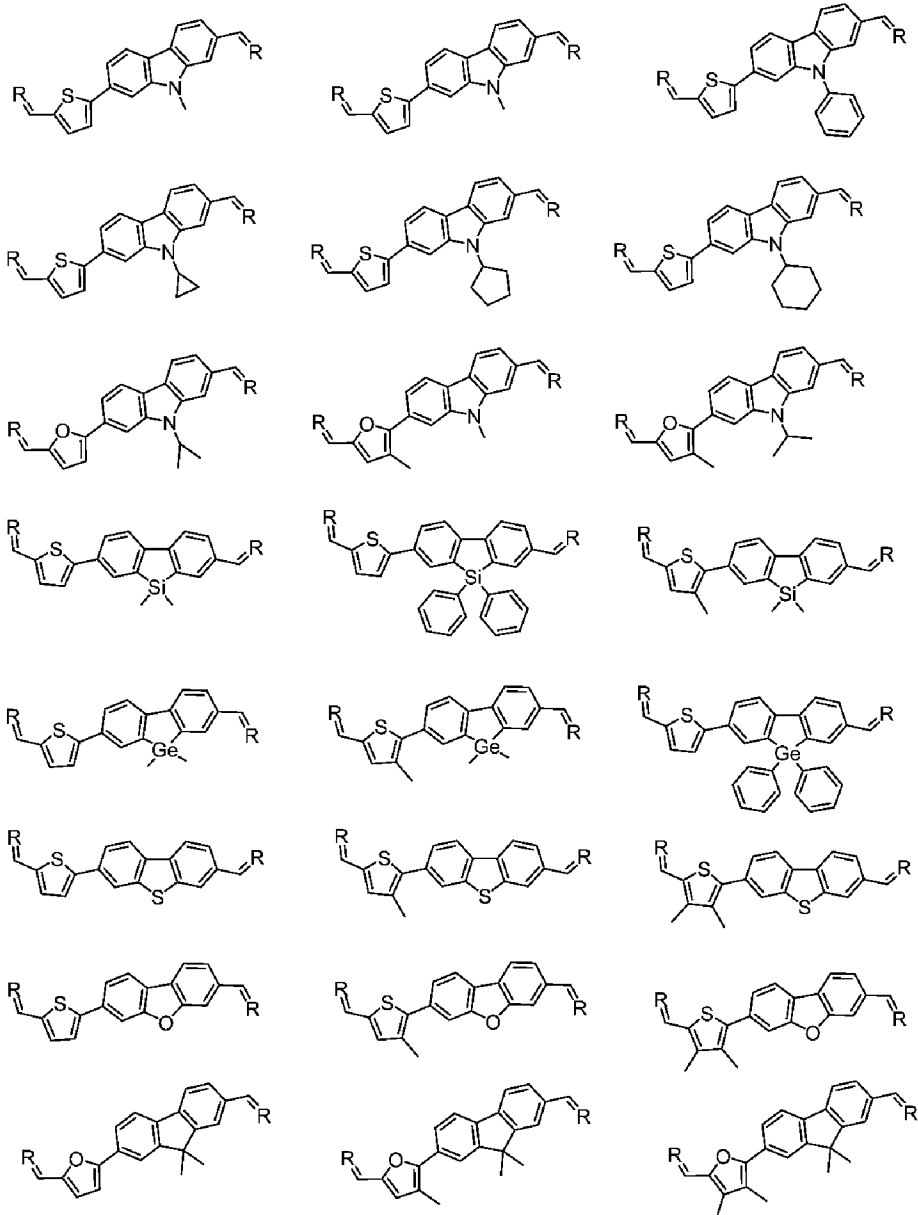
【0089】特定化合物作為攝像元件、光感測器或光電池中所使用之光電轉換膜的材料尤其有用。特定化合物在光電轉換膜內作為色素而發揮作用之情況較多。又，特定化合物亦能夠用作著色材料、液晶材料、有機半導體材料、電荷輸送材料、醫藥材料及熒光診斷藥材料。

【0090】以下示出特定化合物的具體例，但是本發明並不限定於該等。

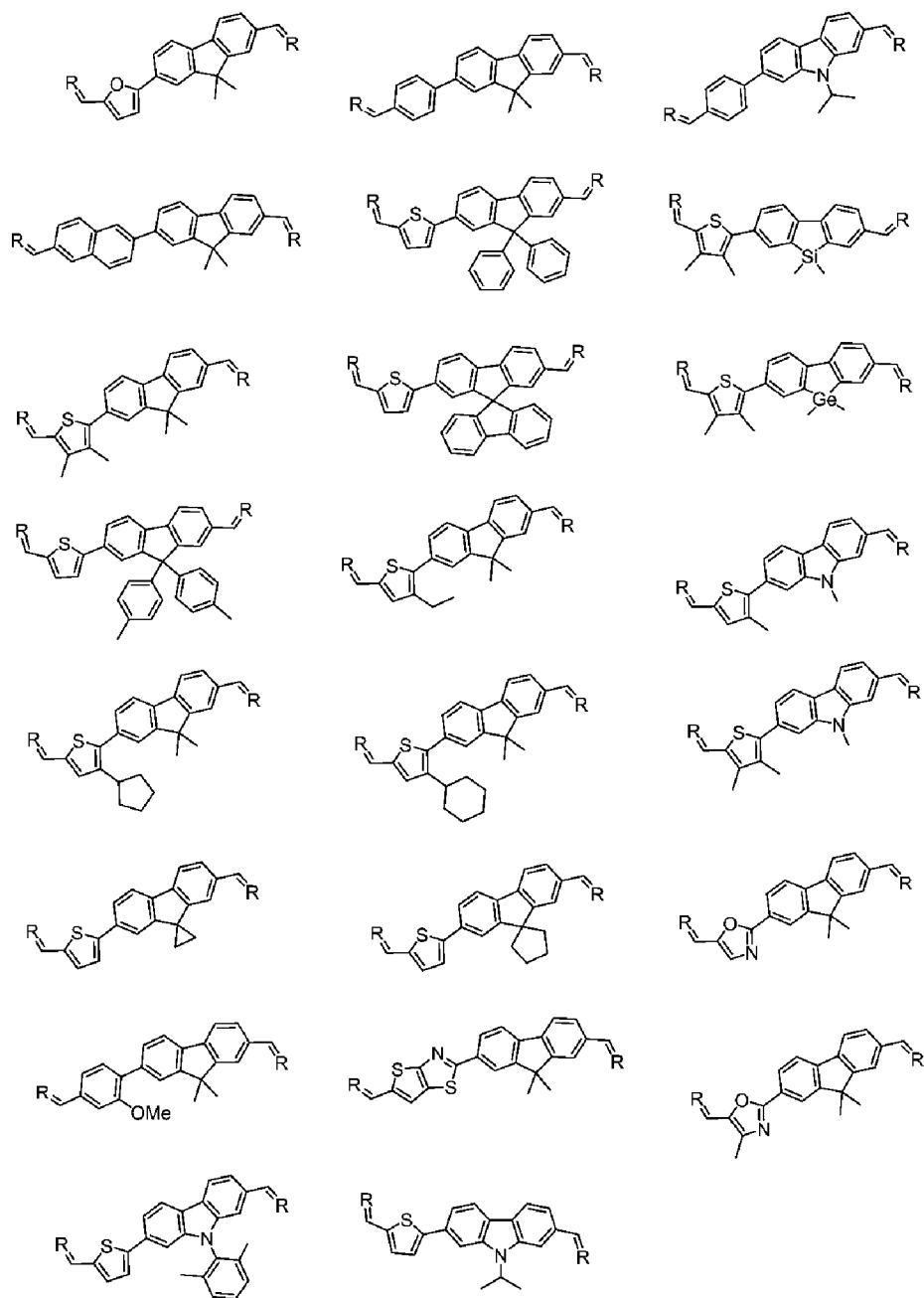
【0091】[化 9]



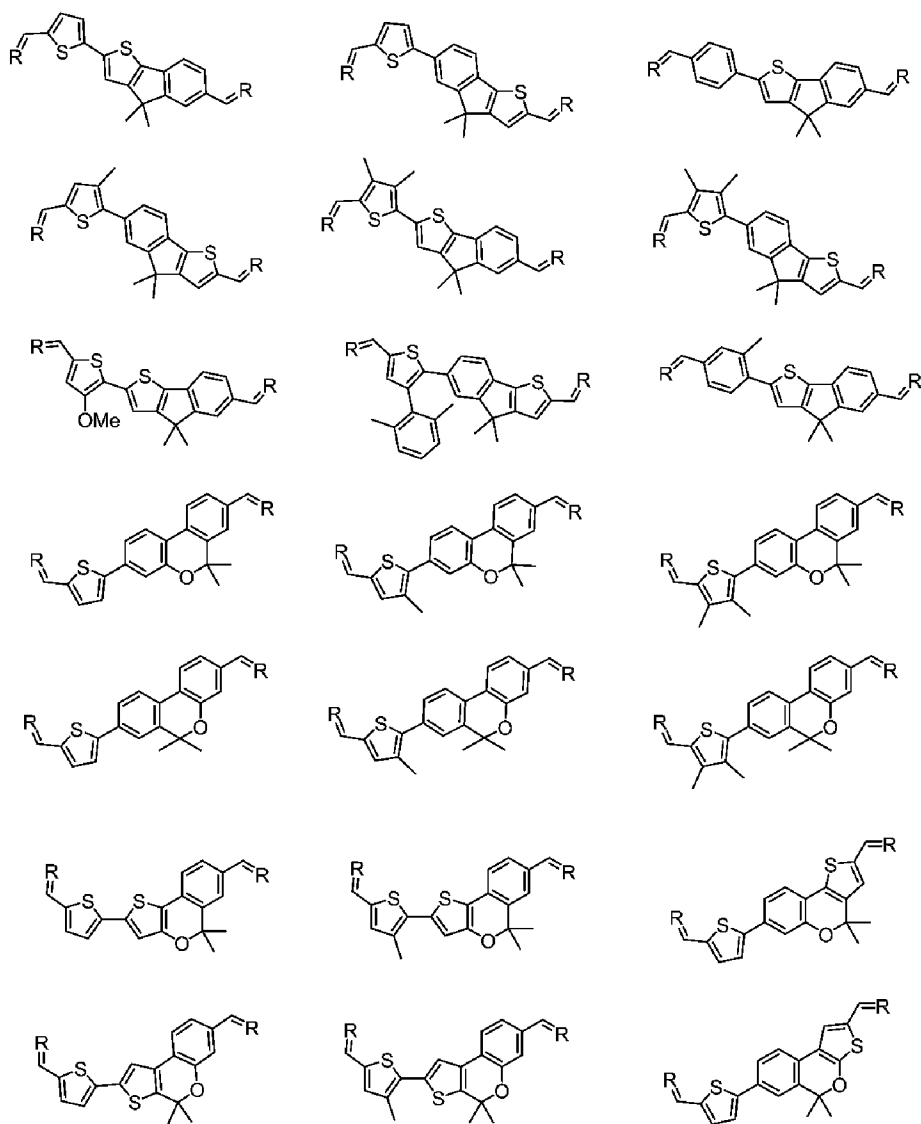
【0092】 [化 10]



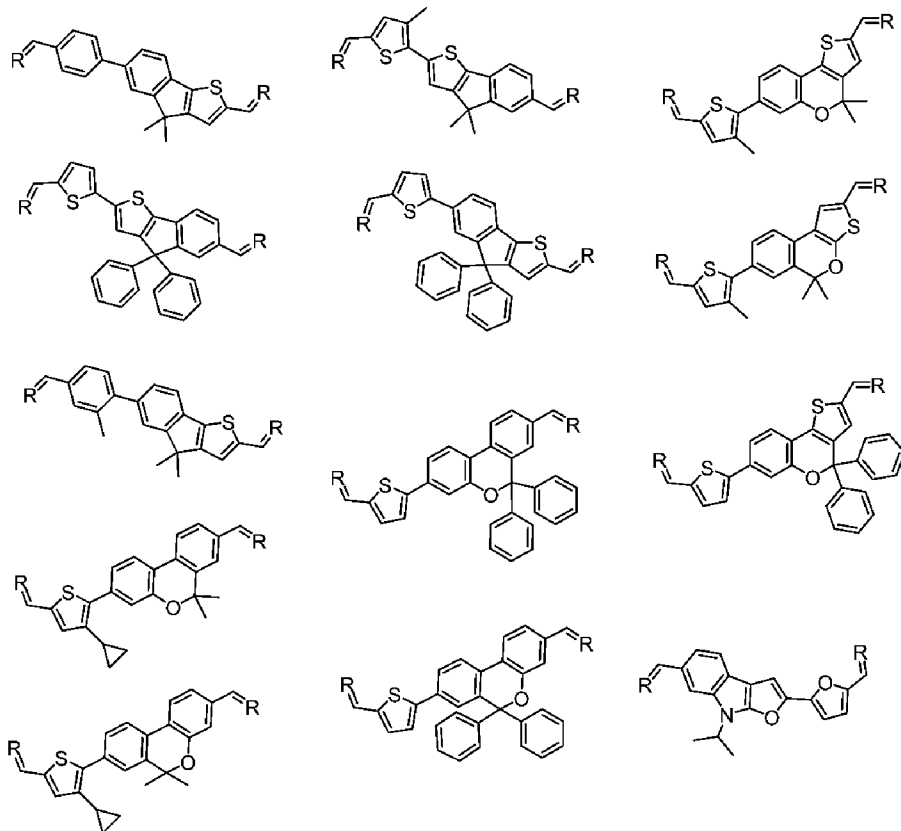
【0093】 [化 11]



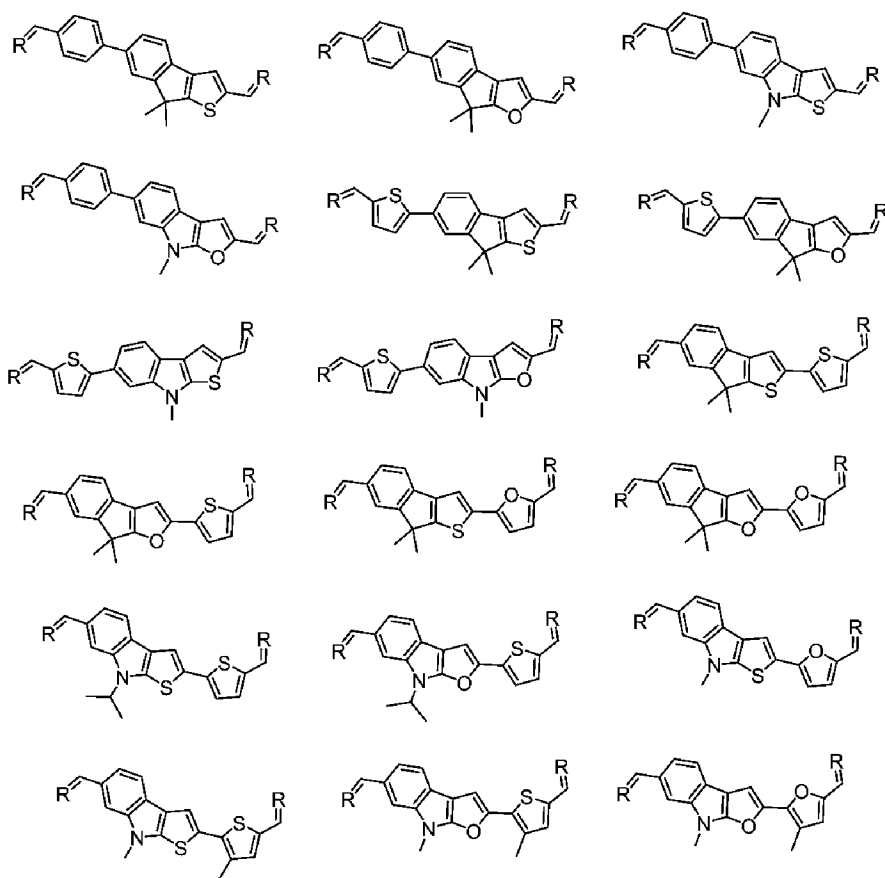
【0094】 [化 12]



【0095】 [化 13]



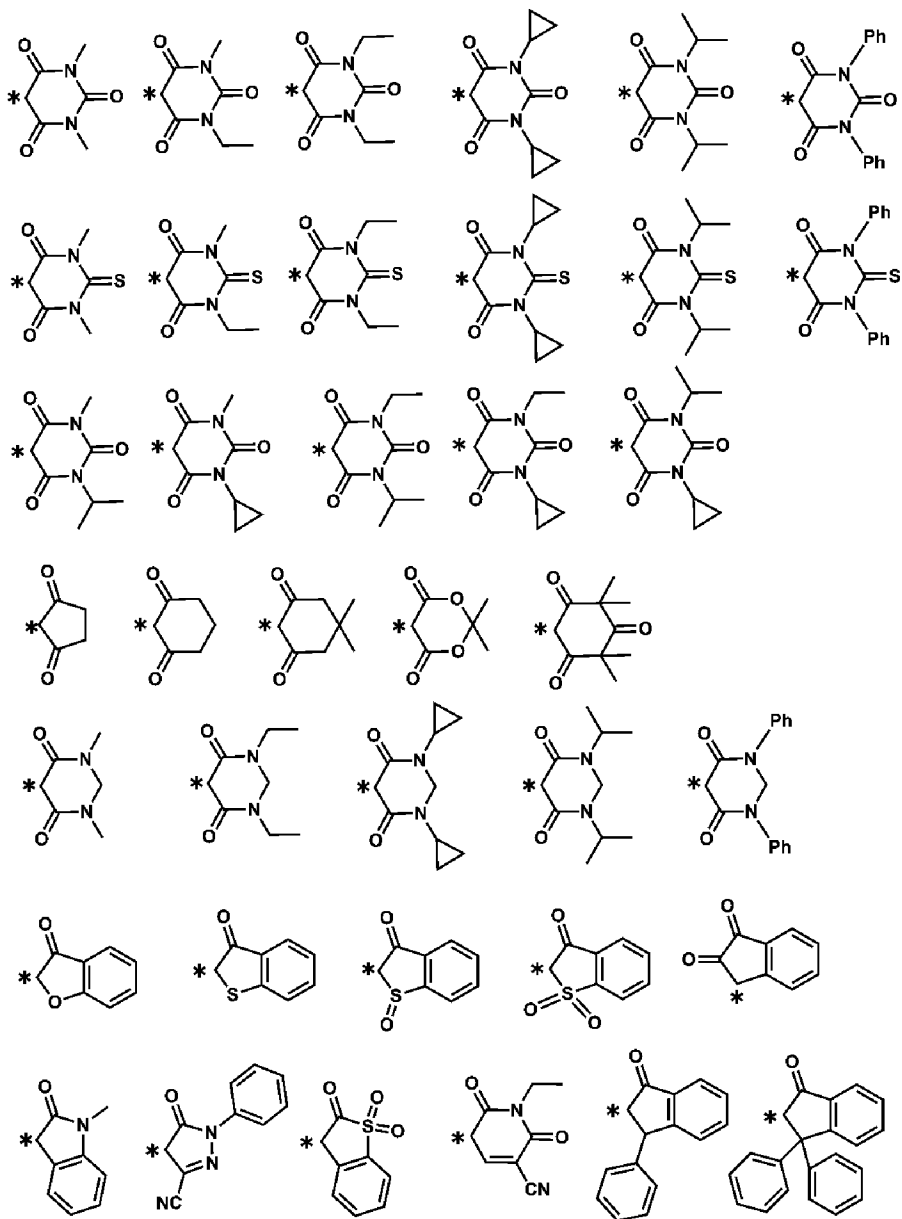
## 【0096】 [化 14]



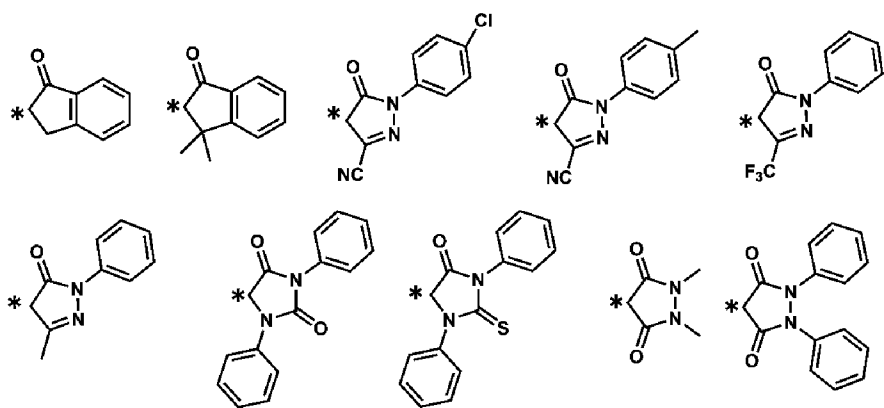
【0097】 上述所例示之特定化合物中的 R 表示以下中的任一個基。

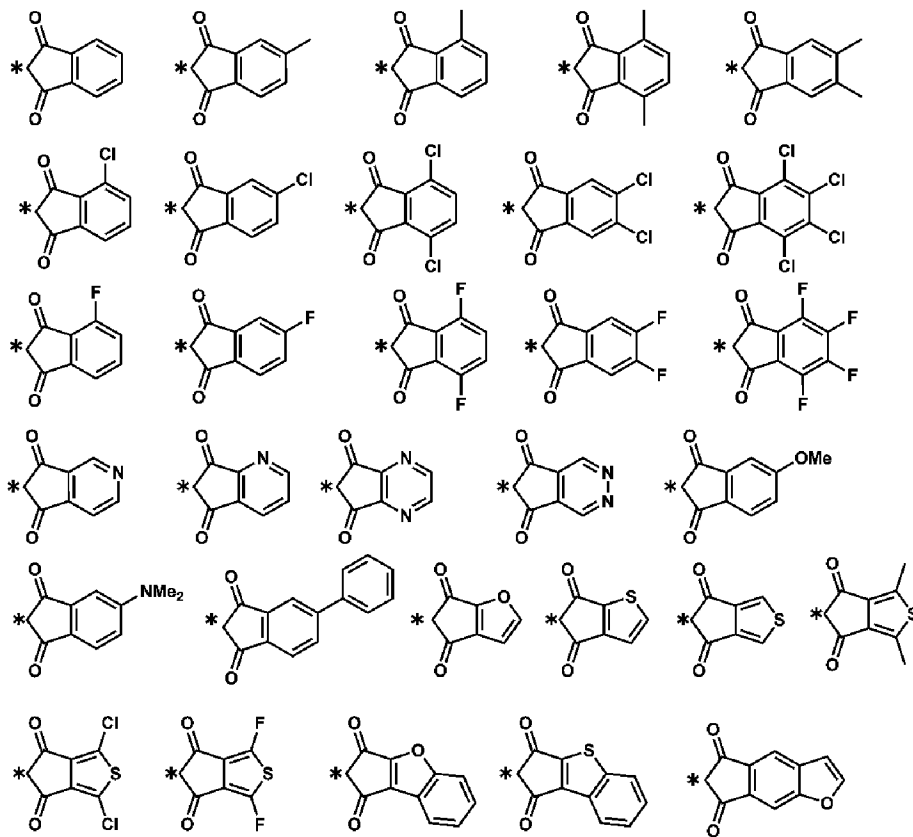
\*表示鍵結位置。

【0098】 [化 15]

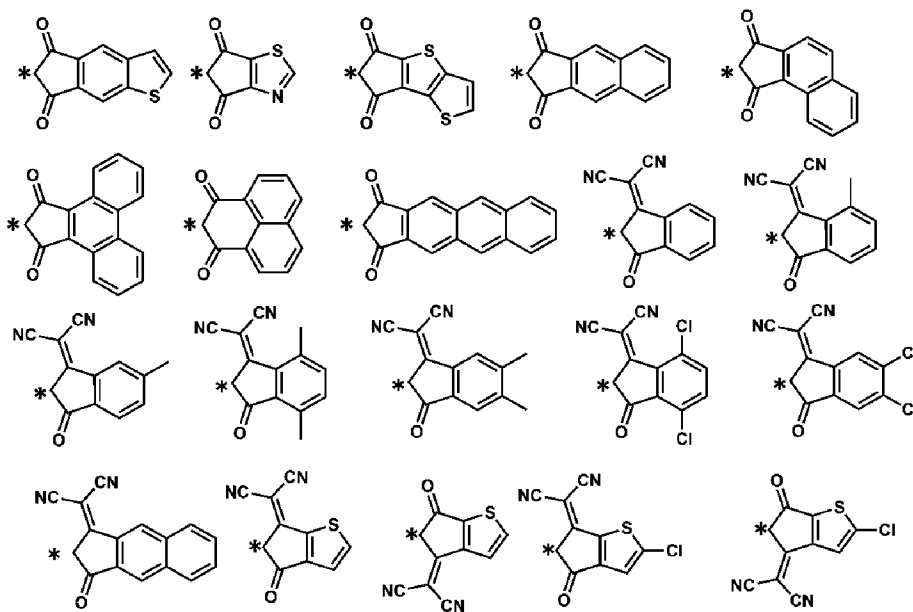


【0099】 [化 16]

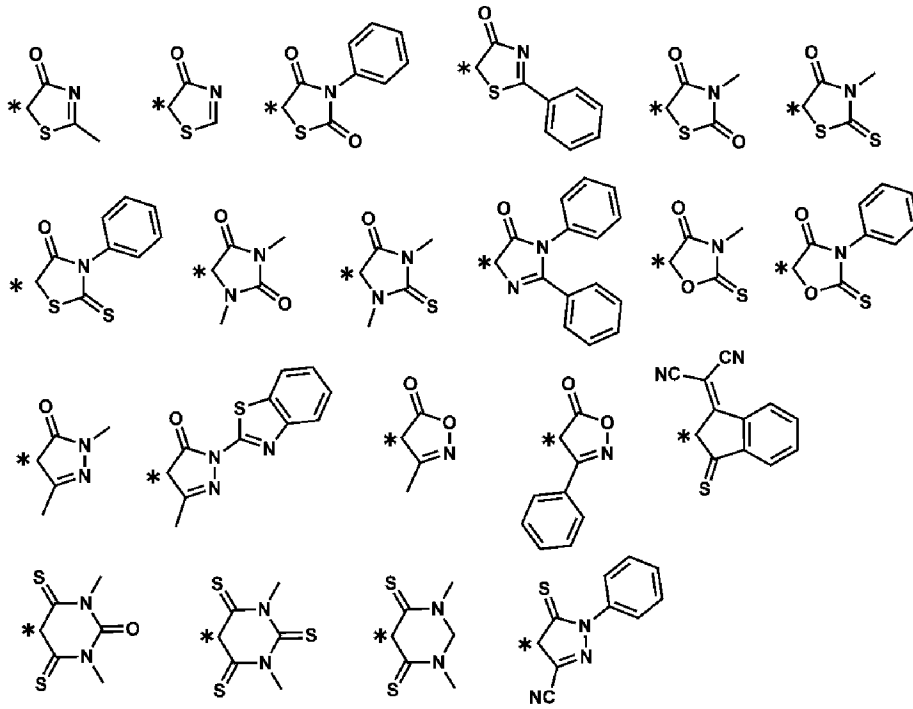




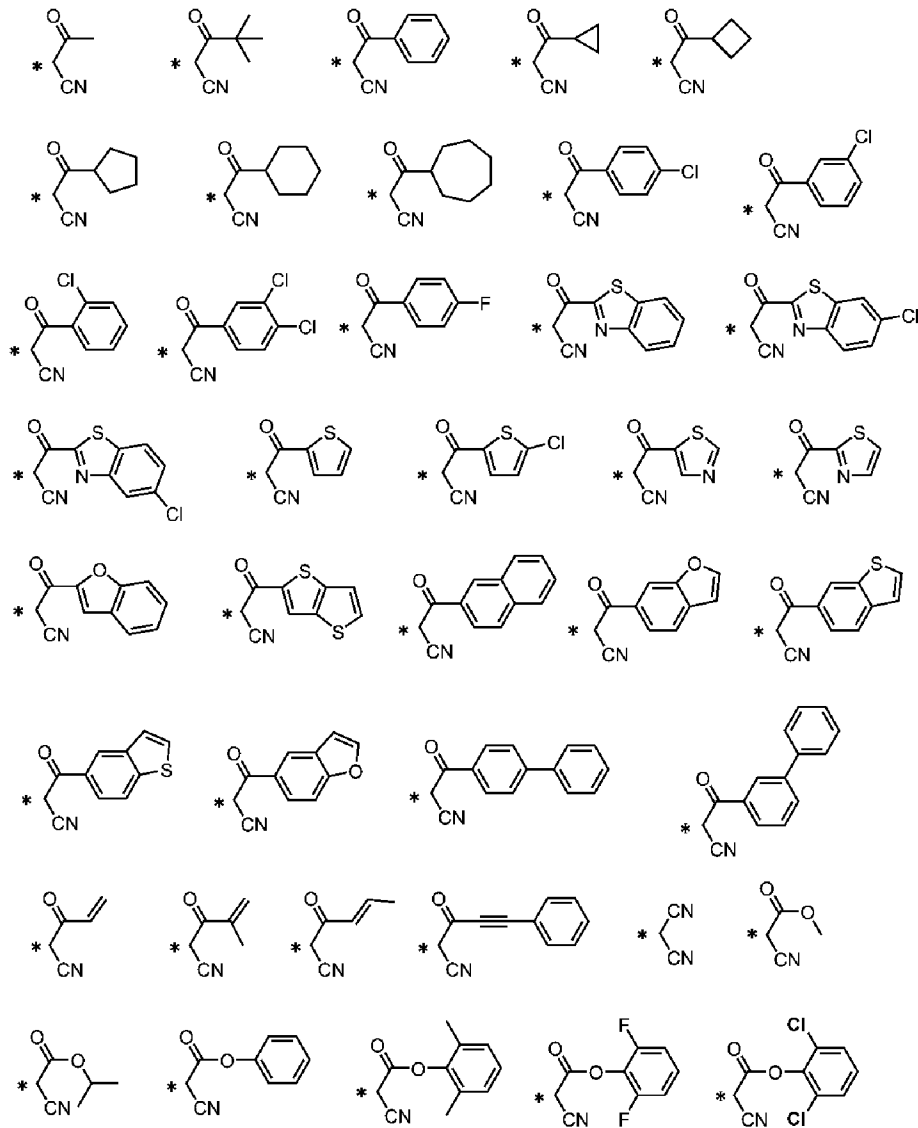
【0100】 [化 17]



【0101】 [化 18]



【0102】 [化 19]



【0103】特定化合物可以依據需要純化。

作為特定化合物的純化方法，例如可以舉出升華純化、使用了矽膠管柱層析法之純化、使用了凝膠滲透層析法之純化、重新打漿清洗、再沉澱純化及使用了活性碳等吸附劑之純化及再結晶純化。

【0104】光電轉換膜中的特定化合物的含量（=特定化合物的藉由單層換算的膜厚/光電轉換膜的膜厚×100）並無特別限定，但是 15～75 體積%為較佳，15～60 體積%為更佳，15～50 體積%為進一步較佳。

特定化合物可以僅使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。在使用 2

種以上之情況下，該等合計量在上述範圍內為較佳。

**【0105】 < n 型有機半導體 >**

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含 n 型有機半導體為較佳。

n 型有機半導體為與上述特定化合物不同之化合物。

n 型有機半導體為受體性有機半導體材料（化合物），並且係指具有容易接受電子的性質之有機化合物。亦即，n 型有機半導體係指在使 2 個有機化合物接觸而使用時電子親和力大的有機化合物。亦即，作為受體性有機半導體，只要為具有電子接受性的有機化合物，則亦能夠使用任一個有機化合物。

作為 n 型有機半導體，例如可以舉出選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類；縮合芳香族碳環化合物(例如，萘衍生物、蔥衍生物、菲衍生物、稠四苯衍生物、芘衍生物、芘衍生物及 1,2-苯并芘衍生物等)；具有選自包括氮原子、氧原子及硫原子之群組中的至少 1 個之 5~7 員環的雜環化合物(例如，吡啶、吡啶、嘧啶、嘧啶、三吡啶、喹啉、喹啉、喹啉、嘧啶、嘧啶、異喹啉、蝶啶、吡啶、啡啶、啡啶、四唑、吡唑、咪唑及噻唑等)；聚伸芳基(polyarylene)化合物；萘化合物；環戊二烯化合物；甲矽烷基化合物；1,4,5,8-萘四羧酸酐；1,4,5,8-萘四羧酸酐醯亞胺衍生物及嘧啶二唑衍生物；蔥醌基二甲烷衍生物；二苯醌(diphenyl quinone)衍生物；浴銅靈(bathocuproine)、紅啡啶(bathophenanthroline)及這樣的衍生物；三唑化合物；二苯乙烯基伸芳基(distyrylarylene)；具有含

氮雜環化合物作為配位體之金屬錯合物；矽雜環戊二烯化合物；3,4,9,10-芘四羧酸二酐；3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺衍生物；日本特開 2006-100767 號公報的[0056]~[0057]段中所記載的化合物。

**【0106】** 作為 n 型有機半導體（化合物），選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類為較佳。

作為富勒烯，例如可以舉出富勒烯 C60、富勒烯 C70、富勒烯 C76、富勒烯 C78、富勒烯 C80、富勒烯 C82、富勒烯 C84、富勒烯 C90、富勒烯 C96、富勒烯 C240、富勒烯 C540 及混合富勒烯。

關於富勒烯衍生物，例如可以舉出取代基附加於上述富勒烯上之化合物。作為上述取代基，烷基、芳基或雜環基為較佳。作為富勒烯衍生物，日本特開 2007-123707 號公報中所記載的化合物為較佳。

**【0107】** n 型有機半導體可以為有機色素。

作為有機色素，例如可以舉出花青色素、苯乙烯色素、半花青色素、部花青色素(包含零次甲基部花青(簡單部花青))、羅丹花青色素、阿羅波拉色素、氧雜菁色素、半氧雜菁色素、方酸菁色素、克酮酸色素、氮雜次甲基色素、香豆素色素、亞芳基色素、蔥醌色素、三苯基甲烷色素、偶氮色素、次甲基偶氮色素、茂金屬色素、蒽酮色素、俘精酸酐色素、芘色素、啡啉色素、啡噻啉色素、醌色素、二苯基甲烷色素、多烯色素、吡啶色素、吡啶酮色素、二苯基胺色素、喹啉黃色素、啡啉色素、酞芘色素、二噁烷色素、卟啉色素、葉綠素色素、酞青色素、亞酞青色素及金屬錯合物色素。

【0108】n型有機半導體的分子量為200~1,200為較佳，200~900為更佳。

【0109】n型有機半導體的極大吸收波長在波長400nm以下或波長超過500nm且600nm以下的範圍內為較佳。

【0110】光電轉換膜具有在混合特定化合物與n型有機半導體之狀態下形成之本體異質結構為較佳。本體異質結構為在光電轉換膜內混合並分散有特定化合物與n型有機半導體之層。具有本體異質結構之光電轉換膜亦能夠藉由濕式法及乾式法中的任一種方法來形成。再者，關於本體異質結構，在日本特開2005-303266號公報的[0013]~[0014]段中有詳細說明。

【0111】特定化合物與n型有機半導體的電子親和力之差為0.1eV以上為較佳。

【0112】n型有機半導體可以單獨使用1種，亦可以使用2種以上。

在光電轉換膜包含n型有機半導體之情況下，光電轉換膜中的n型有機半導體的含量(n型有機半導體的藉由單層換算的膜厚/光電轉換膜的膜厚×100)為15~75體積%為較佳，20~60體積%為更佳，20~50體積%為進一步較佳。

【0113】在n型有機半導體材料包含富勒烯類之情況下，富勒烯類的含量相對於n型有機半導體材料的合計含量(富勒烯類的藉由單層換算的膜厚/單層換算之各n型有機半導體材料的膜厚的合計×100)為50~100體積%為較佳，80~100體積%為更佳。富勒

烯類可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

【0114】從光電轉換元件的響應速度的觀點考慮，特定化合物的含量相對於特定化合物與 n 型有機半導體的合計含量（特定化合物的藉由單層換算的膜厚 /（特定化合物的藉由單層換算的膜厚 + n 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚）×100）為 20～80 體積%為較佳，30～80 體積%為更佳。

在光電轉換膜包含 n 型有機半導體及 p 型有機半導體之情況下，特定化合物的含量（特定化合物的藉由單層換算的膜厚 /（特定化合物的藉由單層換算的膜厚 + n 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚 + p 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚）×100）為 15～75 體積%為較佳，20～75 體積%為更佳。

再者，光電轉換膜實質上由特定化合物、n 型有機半導體及依據需要包含之 p 型有機半導體構成為較佳。實質上，特定化合物、n 型有機半導體及 p 型有機半導體的合計含量相對於光電轉換膜的總質量為 90～100 體積%，95～100 體積%為較佳，99～100 體積%為更佳。

#### 【0115】< p 型有機半導體 >

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含 p 型有機半導體為較佳。

p 型有機半導體為與上述特定化合物不同之化合物。

p 型有機半導體為供體性有機半導體材料（化合物），並且係指具有容易提供電子的性質之有機化合物。亦即，p 型有機半導體

係指在使 2 個有機化合物接觸而使用時游離電位小的有機化合物。

p 型有機半導體可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

【0116】作為 p 型有機半導體，例如可以舉出三芳基胺化合物(例如，N,N'-雙(3-甲基苯基)-(1,1'-聯苯基)-4,4'-二胺 (TPD)、4,4'-雙[N-(萘基)-N-苯基-胺基]聯苯基 ( $\alpha$ -NPD)、日本特開 2011-228614 號公報的[0128]~[0148]段中所記載的化合物、日本特開 2011-176259 號公報的[0052]~[0063]段中所記載的化合物、日本特開 2011-225544 號公報的[0119]~[0158]段中所記載的化合物、日本特開 2015-153910 號公報的[0044]~[0051]段中所記載的化合物及日本特開 2012-094660 號公報的[0086]~[0090]段中所記載的化合物等)、吡啶啞化合物、苯乙烯胺化合物、腈化合物、聚矽烷化合物、噻吩化合物(例如，噻吩并噻吩衍生物、二苯并噻吩衍生物、苯并二噻吩衍生物、二噻吩并噻吩衍生物、[1]苯并噻吩并[3,2-b]噻吩(BTBT)衍生物、噻吩并[3,2-f:4,5-f']雙[1]苯并噻吩(TBBT)衍生物、日本特開 2018-014474 號的[0031]~[0036]段中所記載的化合物、WO2016/194630 號的[0043]~[0045]段中所記載的化合物、WO2017/159684 號的[0025]~[0037]段、[0099]~[0109]段中所記載的化合物、日本特開 2017-076766 號公報的[0029]~[0034]段中所記載的化合物、WO2018/207722 的[0015]~[0025]段中所記載的化合物、日本特開 2019-054228 的[0045]~[0053]段中所記載的化合物、WO2019/058995 的[0045]~[0055]段中所記載的化合物、WO2019/081416 的[0063]~[0089]段中所記載的化合物、日本特開

2019-80052 的 [0033] ~ [0036] 段中所記載的化合物、WO2019/054125 的 [0044] ~ [0054] 段中所記載的化合物、WO2019/093188 的 [0041] ~ [0046] 段中所記載的化合物等)、日本特開 2019-050398 號公報的 [0034] ~ [0037] 段的化合物、日本特開 2018-206878 號公報的 [0033] ~ [0036] 段的化合物、日本特開 2018-190755 號公報的 [0038] 段的化合物、日本特開 2018-026559 號公報的 [0019] ~ [0021] 段的化合物、日本特開 2018-170487 號公報的 [0031] ~ [0056] 段的化合物、日本特開 2018-078270 號公報的 [0036] ~ [0041] 段的化合物、日本特開 2018-166200 號公報的 [0055] ~ [0082] 段的化合物、日本特開 2018-113425 號公報的 [0041] ~ [0050] 段的化合物、日本特開 2018-085430 號公報的 [0044] ~ [0048] 段的化合物、日本特開 2018-056546 號公報的 [0041] ~ [0045] 段的化合物、日本特開 2018-046267 號公報的 [0042] ~ [0049] 段的化合物、日本特開 2018-014474 號公報的 [0031] ~ [0036] 段的化合物、WO2018/016465 號的 [0036] ~ [0046] 段中所記載的化合物、日本特開 2020-010024 號公報的 [0045] ~ [0048] 段的化合物等)、花青化合物、氧雜薔化合物、多胺化合物、吡啶化合物、吡咯化合物、吡嗪化合物、聚伸芳基化合物、縮合芳香族碳環化合物(例如, 萘衍生物、蔥衍生物、菲衍生物、稠四苯衍生物、稠五苯衍生物、芘衍生物、芘衍生物及 1,2-苯并芴衍生物等)、卟啉化合物、酞青化合物、三唑化合物、噁二唑化合物、咪唑化合物、聚芳基烷烴化合物、吡嗪琳桐化合物、胺基取代查耳酮化合物、噁唑化合物、萘醌化合物、

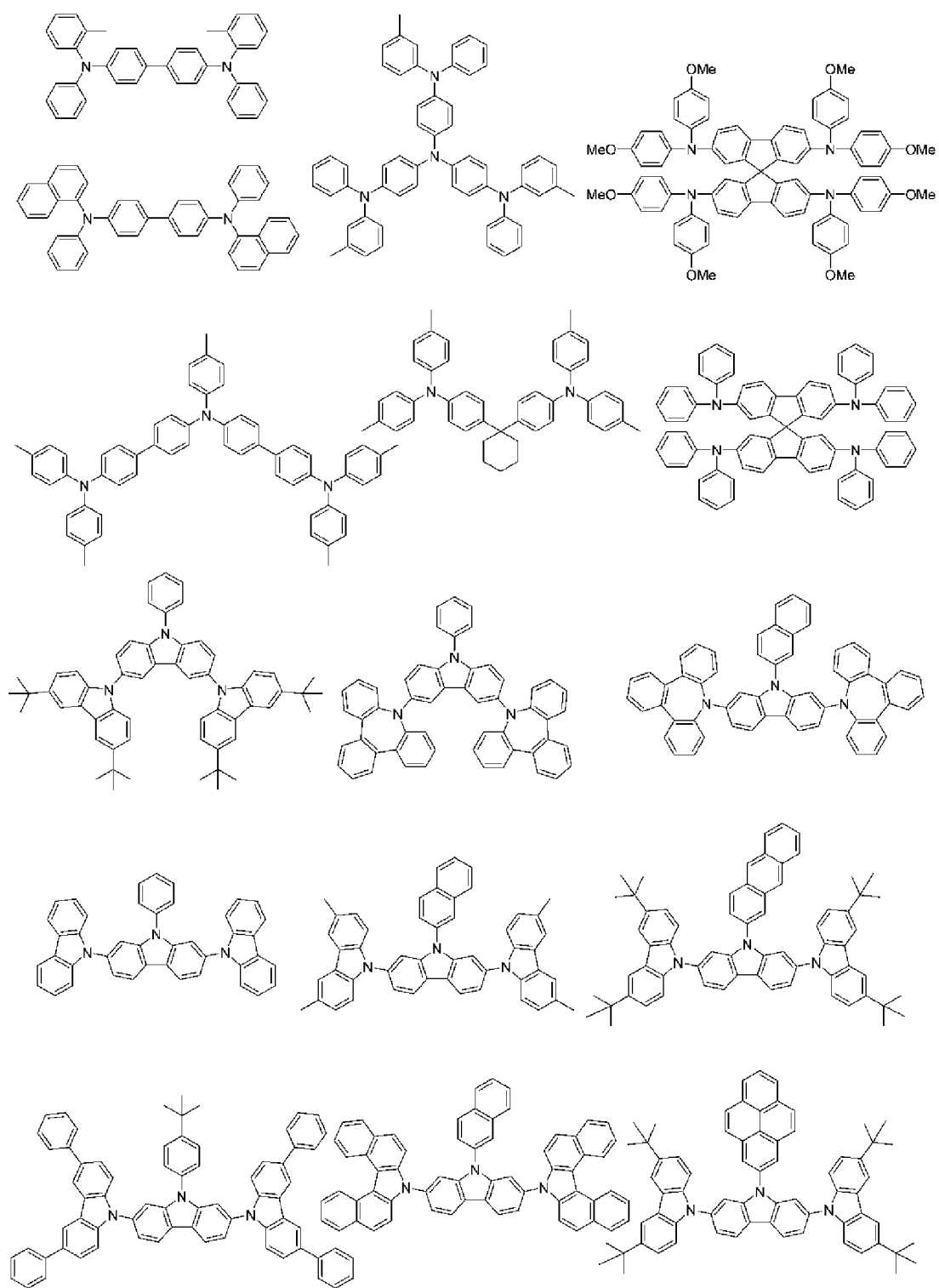
矽氮烷化合物以及具有含氮雜環化合物作為配位體之金屬錯合物。

又，亦能夠使用日本特開 2022-123944 號公報、日本特開 2022-122839 號公報、日本特開 2022-120323 號公報、日本特開 2022-120273 號公報、日本特開 2022-115832 號公報、日本特開 2022-108268 號公報、日本特開 2022-100258 號公報、日本特開 2022-181226 號公報、日本特開 2023-005703 號公報、日本特開 2022-027575 號公報及日本特開 2021-163968 號公報中所記載的化合物（含氮雜環化合物）。

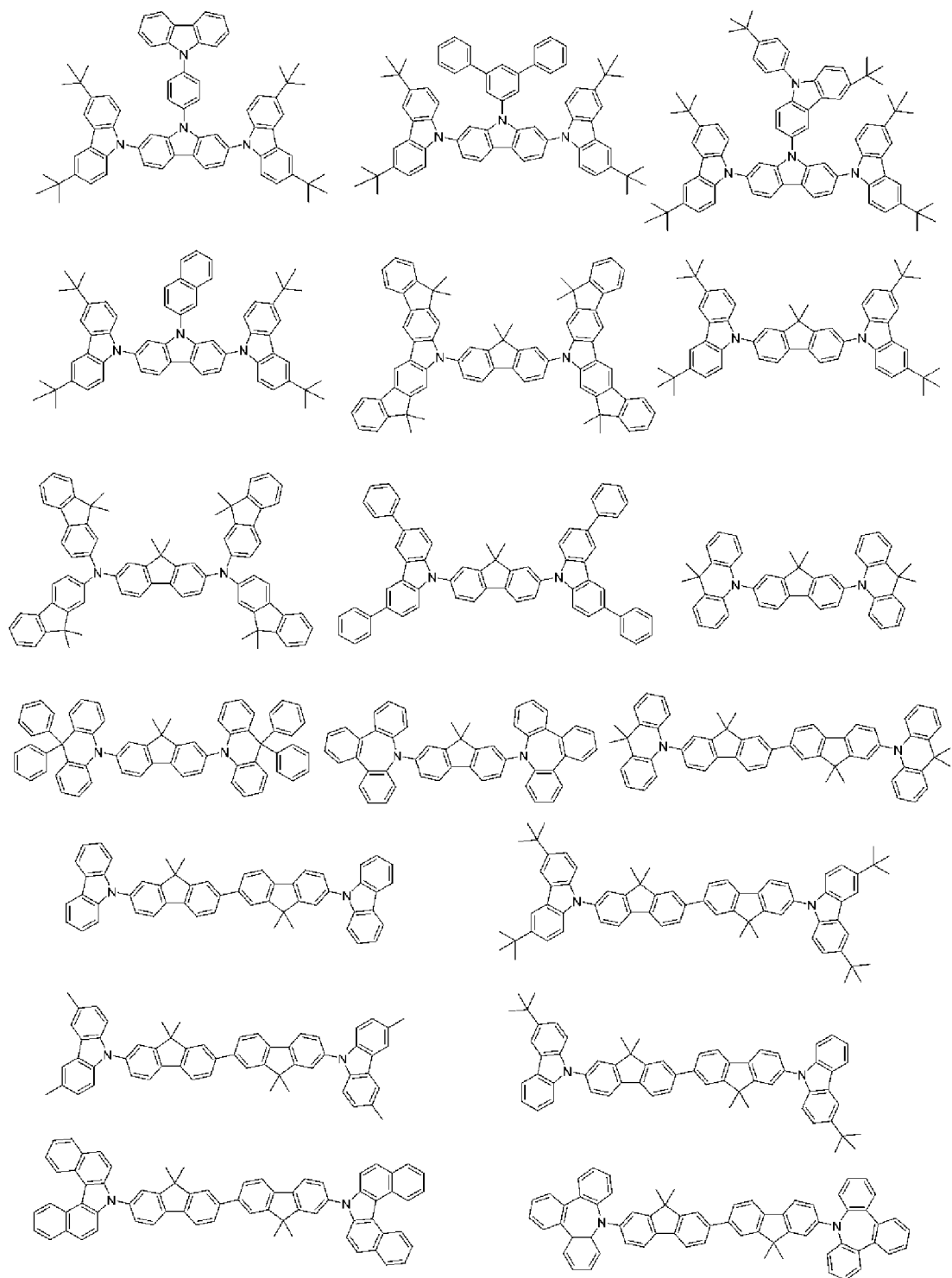
作為 p 型有機半導體，例如亦可以舉出游離電位小於 n 型有機半導體的化合物，只要滿足該條件，則能夠使用作為 n 型有機半導體例示之有機色素。

以下例示能夠用作 p 型有機半導體化合物之化合物。

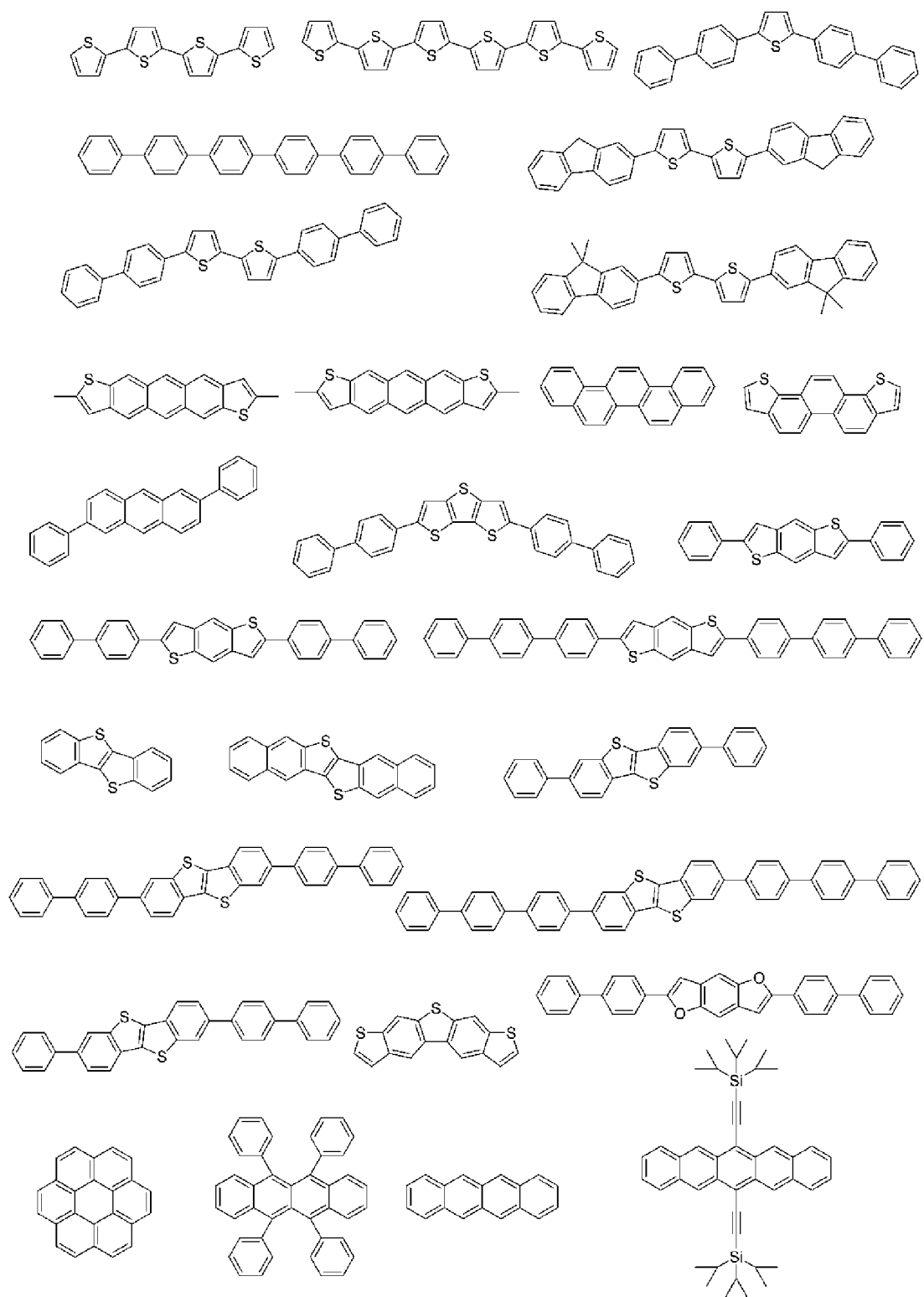
**【0117】** [化 20]



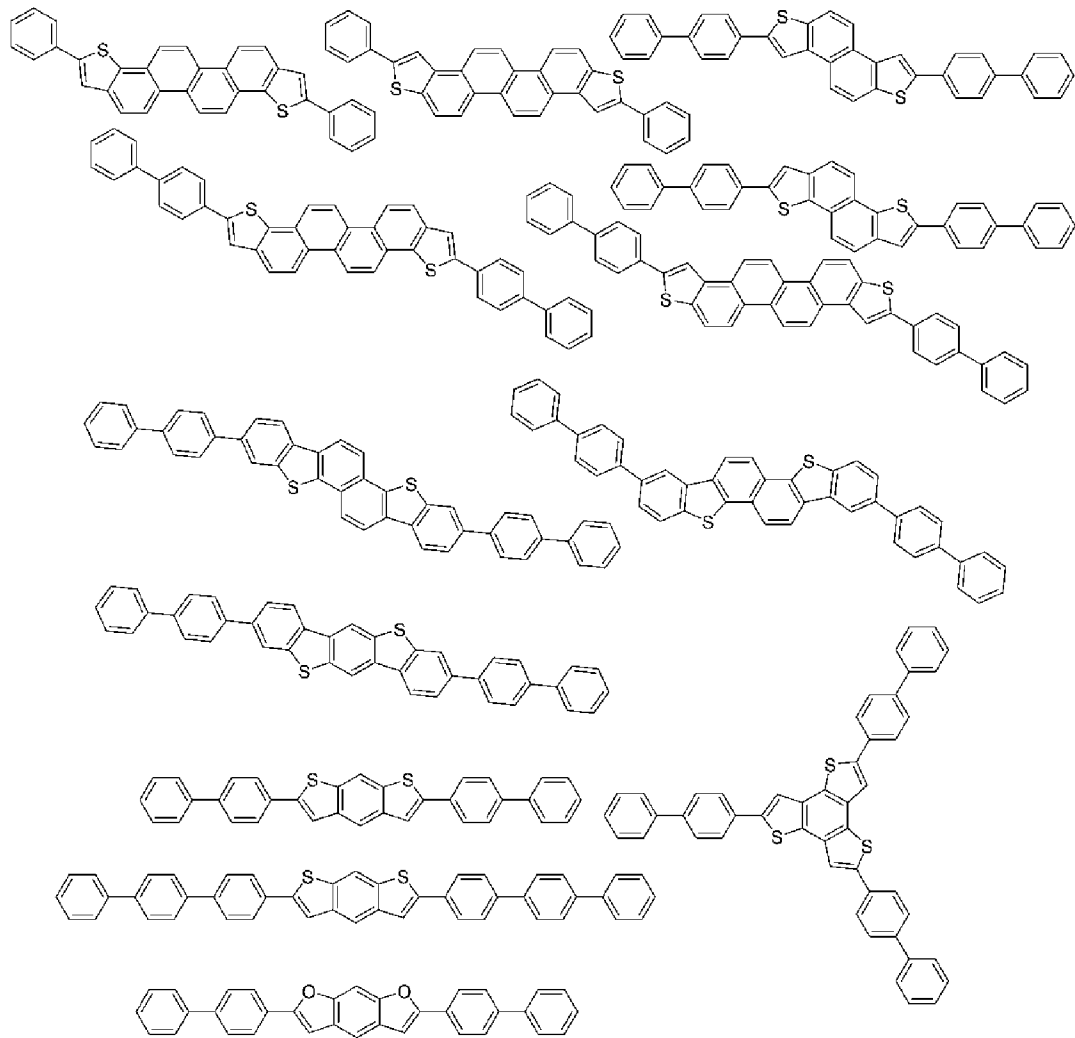
【0118】 [化 21]



【0119】 [化 22]



【0120】 [化 23]



【0121】特定化合物與 p 型有機半導體的游離電位之差為 0.1eV 以上為較佳。

【0122】p 型有機半導體材料可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

在光電轉換膜包含 p 型有機半導體之情況下，光電轉換膜中的 p 型有機半導體的含量(p 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚/光電轉換膜的膜厚×100)為 15~75 體積%為較佳，20~60 體積%為更佳，20~50 體積%為進一步較佳。

【0123】包含特定化合物之光電轉換膜為非發光性膜，並且具有與有機電致發光元件(OLED: Organic Light Emitting Diode)不同

之特徵。非發光性膜係指發光量子效率為 1% 以下的膜，發光量子效率為 0.5% 以下為較佳，0.1% 以下為更佳。下限為 0% 以上的情況較多。

#### 【0124】 < 色素 >

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含色素為較佳。

色素為與上述特定化合物不同之化合物。

作為色素，有機色素為較佳。

作為有機色素，例如可以舉出花青色素、苯乙烯色素、半花青色素、部花青色素（包含零次甲基部花青（簡單部花青））、羅丹花青色素、阿羅波拉色素、氧雜菁色素、半氧雜菁色素、方酸菁色素、克酮酸色素、氮雜次甲基色素、香豆素色素、亞芳基色素、蔥醌色素、三苯基甲烷色素、偶氮色素、次甲基偶氮色素、茂金屬色素、蒽酮色素、俘精酸酐色素、茈色素、啡咁色素、啡噻咁色素、醌色素、二苯基甲烷色素、多烯色素、吡啶色素、吡啶酮色素、二苯基胺色素、喹啉黃色素、啡啶咁色素、酞茈色素、二呔烷色素、卟啉色素、葉綠素色素、酞青色素、亞酞青色素及金屬錯合物色素；WO2020/013246、WO2022/168856、日本特開 2023-010305 號公報及日本特開 2023-010299 號公報中所記載的咪唑并喹啉色素、2 個酸性核與供體鍵結而成之受體-供體-受體型的色素（ADA 型色素）及 2 個供體與受體鍵結而成之供體-受體-供體型的色素（DAD 型色素）；等。作為有機色素，其中，從後述極大吸收波長等觀點考慮，花青色素、咪唑并喹啉色素或 ADA 型色素為較佳。

【0125】色素的極大吸收波長在可見光區域內為較佳，在波長 400～650nm 內為更佳，在波長 450～650nm 內為進一步較佳。

【0126】色素可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

光電轉換膜中之色素的含量相對於特定化合物與色素的合計含量（=（色素的藉由單層換算的膜厚/（特定化合物的藉由單層換算的膜厚+色素的藉由單層換算的膜厚）×100））為 15～75 體積% 為較佳，15～60 體積% 為更佳，15～50 體積% 為進一步較佳。

【0127】〈成膜方法〉

作為上述光電轉換膜的成膜方法，例如可以舉出乾式成膜法。

作為乾式成膜法，例如可以舉出蒸鍍法（尤其，真空蒸鍍法）、濺射法、離子鍍法及 MBE（Molecular Beam Epitaxy：分子束磊晶）法等物理氣相沉積法以及電漿聚合等 CVD（Chemical Vapor Deposition：化學氣相沉積）法，真空蒸鍍法為較佳。在藉由真空蒸鍍法形成光電轉換膜之情況下，真空度及蒸鍍溫度等製造條件能夠按照常規方法來設定。

【0128】光電轉換膜的膜厚為 10～1000nm 為較佳，50～800nm 為更佳，50～500nm 為進一步較佳。

【0129】〔電極〕

光電轉換元件具有電極為較佳。

電極（上部電極（透明導電性膜）15 和下部電極（導電性膜）11）由導電性材料構成。作為導電性材料，可以舉出金屬、合金、金屬氧化物、導電性化合物及它們的混合物。

由於光從上部電極 15 入射，因此上部電極 15 對欲檢測之光透明為較佳。作為構成上部電極 15 之材料，例如可以舉出將銻或氟等摻雜而獲得之氧化錫(ATO: Antimony Tin Oxide(氧化錫銻)、FTO: Fluorine doped Tin Oxide(摻氟氧化錫))、氧化錫、氧化鋅、氧化銦、氧化銦錫(ITO: Indium Tin Oxide)及氧化鋅銦(IZO: Indium zinc oxide)等導電性金屬氧化物；金、銀、鉻及鎳等金屬薄膜；該等金屬與導電性金屬氧化物的混合物或積層物；聚苯胺、聚噻吩及聚吡咯等有機導電性材料；以及碳奈米管及石墨烯等奈米碳材料；等，從高導電性及透明性的觀點考慮，導電性金屬氧化物為較佳。

**【0130】**通常，若使導電性膜比某一範圍更薄，則電阻值急劇增加之情況較多。在組裝有本實施形態之光電轉換元件之固體攝像元件中，片電阻可以為  $100 \sim 10000 \Omega/\square$ ，能夠薄膜化之膜厚範圍內的自由度大。

又，上部電極(透明導電性膜)15 的膜厚越薄，所吸收之光的量越少，通常透光率增加。透光率的增加使得光電轉換膜中的光吸收增大，從而使光電轉換能增大，因此為較佳。若考慮薄膜化所伴隨之漏電流的抑制、薄膜的電阻值的增大及透射率的增加，則上部電極 15 的厚度為  $5 \sim 100 \text{nm}$  為較佳， $5 \sim 20 \text{nm}$  為更佳。

**【0131】**下部電極 11 依據用途存在具有透明性之情況和相反地不具有透明性而使光反射之情況。作為構成下部電極 11 之材料，例如可以舉出摻雜有銻或氟等之氧化錫(ATO、FTO)、氧化錫、氧

化鋅、氧化銦、氧化銦錫（ITO）及氧化銦鋅（IZO）等導電性金屬氧化物；金、銀、鉻、鎳、鈦、鎢及鋁等金屬；該等金屬的氧化物或氮化物等導電性化合物（例如，氮化鈦（TiN）等）；該等金屬與導電性金屬氧化物的混合物或積層物；聚苯胺、聚噻吩及聚吡咯等有機導電性材料；碳奈米管及石墨烯等碳材料。

【0132】作為形成電極之方法，能夠依據電極材料適當選擇。具體而言，可以舉出印刷方式及塗層方式等濕式方式；真空蒸鍍法、濺射法及離子鍍法等物理方式；以及 CVD 及電漿 CVD 法等化學方式。

在電極材料為 ITO 之情況下，可以舉出電子束法、濺射法、電阻加熱蒸鍍法、化學反應法（溶膠-凝膠法等）及氧化銦錫的分散物的塗布等方法。

【0133】〔電荷阻擋膜：電子阻擋膜、電洞阻擋膜〕

光電轉換元件在導電性膜與透明導電性膜之間，除了光電轉換膜以外還具有 1 種以上的中間層為較佳。

作為上述中間層，例如可以舉出電荷阻擋膜。在光電轉換元件具有該膜之情況下，所獲得之光電轉換元件的特性（量子效率及響應速度等）更優異。作為電荷阻擋膜，例如可以舉出電子阻擋膜和電洞阻擋膜。

【0134】〔電子阻擋膜〕

電子阻擋膜為供體性有機半導體材料（化合物），能夠使用上述 p 型有機半導體。

又，作為電子阻擋膜，亦能夠使用高分子材料。

作為高分子材料，例如可以舉出伸苯伸乙烯、萘、呋啶、吡啶、吡咯、甲基吡啶、噻吩、乙炔及聯乙炔等聚合物以及其衍生物。

**【0135】**再者，電子阻擋膜可以由複數個膜構成。

電子阻擋膜可以由無機材料構成。通常，由於無機材料的介電常數大於有機材料，因此在將無機材料用於電子阻擋膜之情況下，光電轉換膜會被施加較多的電壓，從而量子效率變高。作為能夠成為電子阻擋膜之無機材料，例如可以舉出氧化鈣、氧化鉻、氧化鉻銅、氧化錳、氧化鈷、氧化鎳、氧化銅、氧化鎵銅、氧化鋁銅、氧化鋁、氧化鋁銀及氧化鋁。

**【0136】**〔電洞阻擋膜〕

電洞阻擋膜為受體性有機半導體材料（化合物），並且能夠利用上述 n 型有機半導體。

再者，電洞阻擋膜可以由複數個膜構成。

**【0137】**作為電荷阻擋膜的製造方法，例如可以舉出乾式成膜法及濕式成膜法。作為乾式成膜法，例如可以舉出蒸鍍法及濺射法。蒸鍍法可以為物理蒸鍍（PVD：Physical Vapor Deposition（物理氣相沉積））法及化學蒸鍍（CVD）法中的任一種，真空蒸鍍法等物理蒸鍍法為較佳。作為濕式成膜法，例如可以舉出噴墨法、噴霧法、噴嘴印刷法、旋塗法、浸塗法、澆鑄法、模塗法、輥塗法、棒塗法及凹版塗布法，從高精度圖案化的觀點考慮，噴墨法為較佳。

**【0138】**電荷阻擋膜（電子阻擋膜及電洞阻擋膜）的膜厚分別為 3

～200nm 為較佳，5～100nm 為更佳，5～30nm 為進一步較佳。

#### 【0139】〔基板〕

光電轉換元件可以進一步具有基板。

作為基板，例如可以舉出半導體基板、玻璃基板及塑膠基板。

再者，基板的位置通常在基板上依序積層導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜。

#### 【0140】〔密封層〕

光電轉換元件可以進一步具有密封層。

有時光電轉換材料因水分子等劣化因子的存在而導致其性能明顯劣化。因此，用不使水分子滲透之緻密的金屬氧化物、金屬氮化物或金屬氮氧化物等陶瓷或鑽石狀碳（DLC：Diamond-like Carbon（類鑽石碳））等密封層將光電轉換膜整體被覆並密封，從而能夠防止上述劣化。

再者，作為密封層，例如可以舉出日本特開 2011-082508 號公報的[0210]～[0215]段的記載，該等內容被編入本說明書中。

#### 【0141】〔攝像元件〕

作為光電轉換元件的用途，例如可以舉出攝像元件。

攝像元件為將圖像的光資訊轉換為電訊號之元件，通常係指複數個光電轉換元件以相同平面狀配置於矩陣上，在各光電轉換元件（像素）中能夠將光訊號轉換成電訊號，並將其電訊號按每個像素逐次輸出至攝像元件外者。因此，每個像素由 1 個以上的光電轉換元件及 1 個以上的電晶體構成。

## 【0142】[光感測器]

作為光電轉換元件的其他用途，例如可以舉出光電池及光感測器，本發明的光電轉換元件用作光感測器為較佳。作為光感測器，可以單獨使用上述光電轉換元件，亦可以用作將上述光電轉換元件配置成直線狀之線感測器或配置於平面上之二維感測器。

## 【0143】[化合物]

本發明亦包含化合物的發明。本發明的化合物為上述特定化合物。

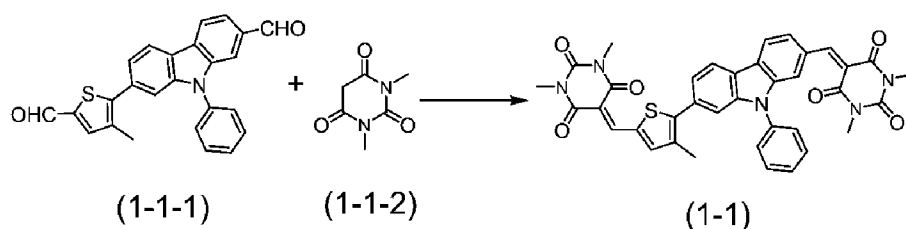
## [實施例]

【0144】以下，依據實施例對本發明進行更詳細的說明。示於以下實施例中。材料、使用量、比例、處理內容及處理步驟等只要不脫離本發明的主旨，則能夠適當變更。因此，本發明的範圍示於以下中。不應被實施例做限定性地解釋。

## 【0145】[化合物（評價化合物）]

[化合物（1-1）的合成方法]

## 【0146】[化 24]



【0147】向玻璃製反應容器中取化合物（1-1-1）（2.0mmol）、化合物（1-1-2）（5.0mmol）、甲苯（60mL）及吡啶（0.4mmol），並在氮氣環境下，在 100℃ 下反應 2 小時。過濾所析出之固體，用四氫呋

喃 (THF)、N,N-二甲基乙醯胺 (DMAc) 及四氫呋喃 (THF) 依序清洗所獲得之固體之後，進行升華純化，從而獲得了 0.90mmol 的化合物 (1-1) (產率 45%)。化合物 (1-1) 的結構用 LDI-MS 進行了確認。

LDI-MS (化合物 (1-1)): 671 ( $M^+$ )

**【0148】** [化合物 (評價化合物)]

參照上述合成方法還合成了其他特定化合物。

以下示出試驗中所使用之特定化合物和比較用化合物。

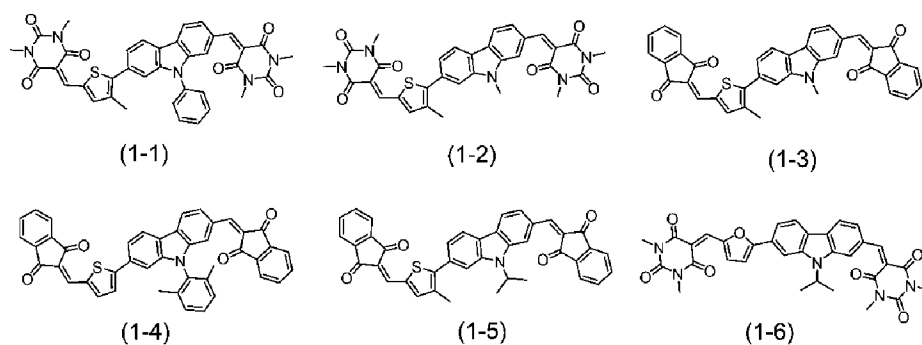
在以下，化合物 (1-1) ~ (1-6)、化合物 (2-1) ~ (2-21)、化合物 (3-1) ~ (3-3)、化合物 (4-1) ~ (4-10)、化合物 (5-1) ~ (5-2) 及化合物 (6-1) ~ (6-2) 為特定化合物。

以下，將特定化合物和比較用化合物亦統稱為評價化合物。

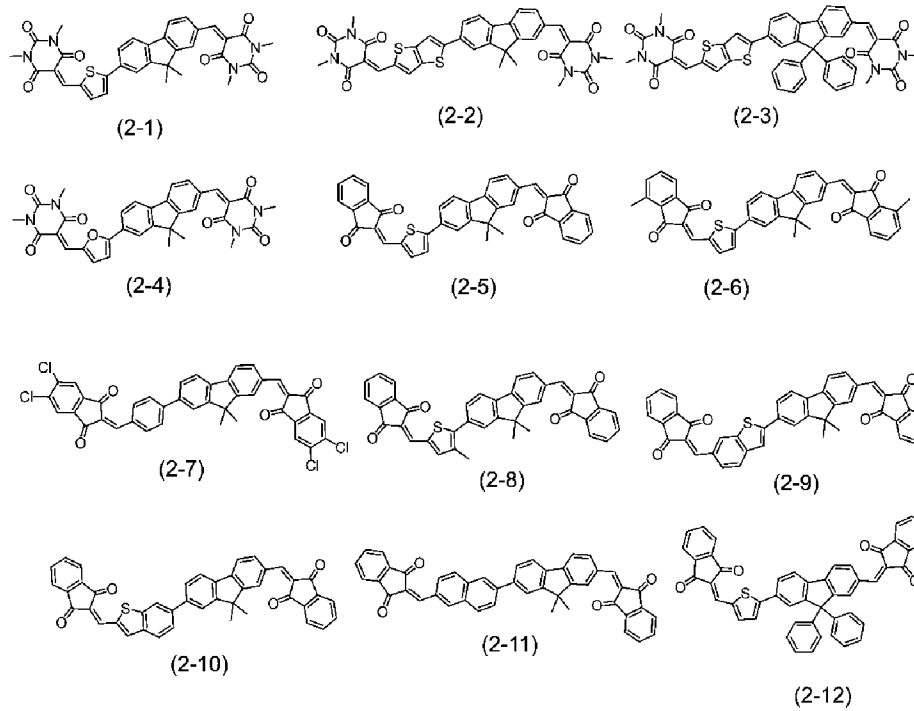
將評價化合物用於後述光電轉換元件的製作中。

**【0149】** < 特定化合物 >

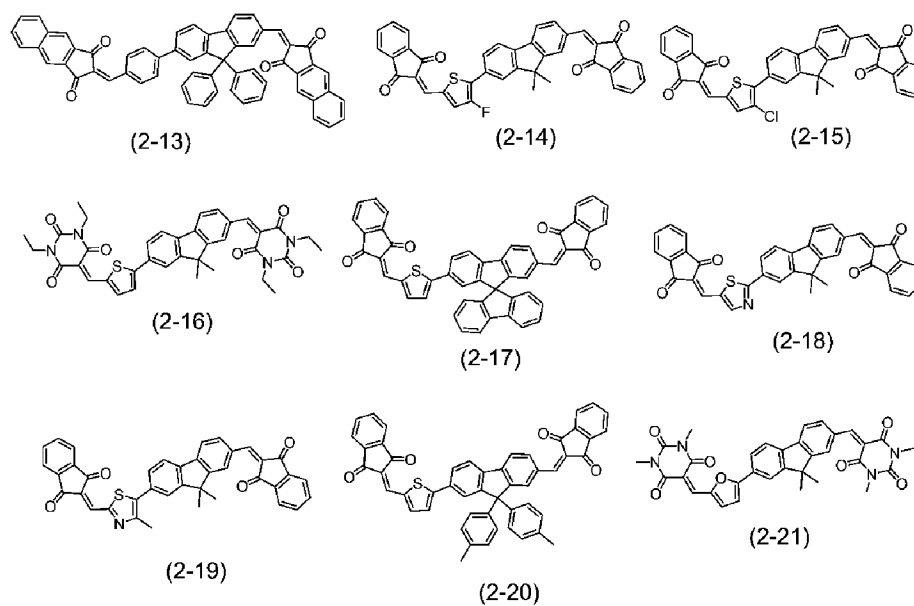
**【0150】** [化 25]



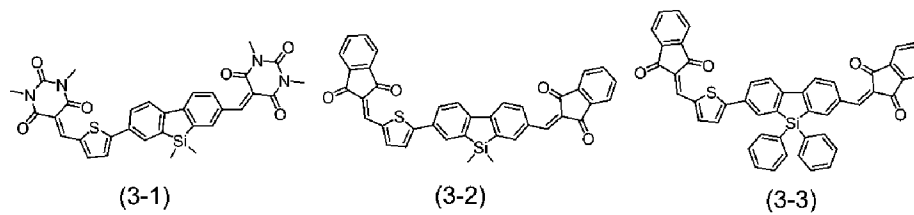
**【0151】** [化 26]



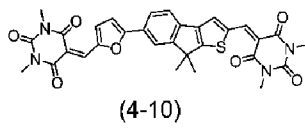
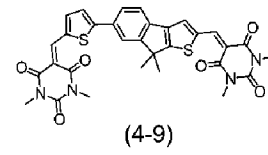
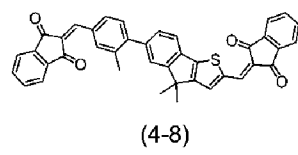
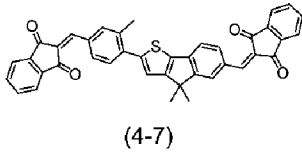
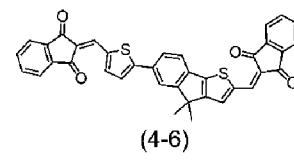
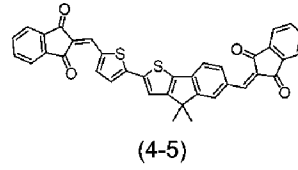
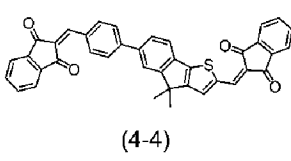
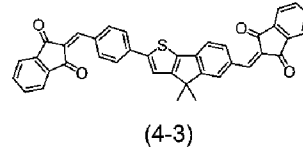
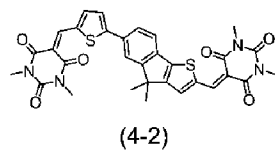
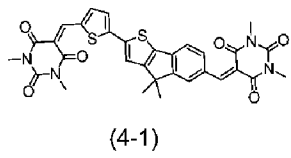
【0152】 [化 27]



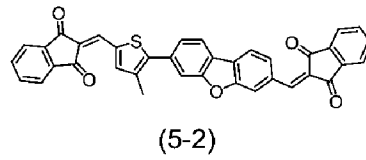
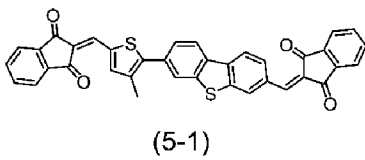
【0153】 [化 28]



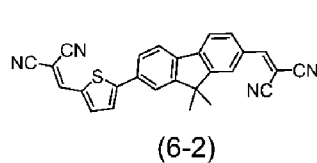
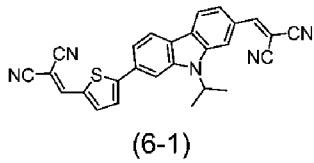
【0154】 [化 29]



【0155】 [化 30]

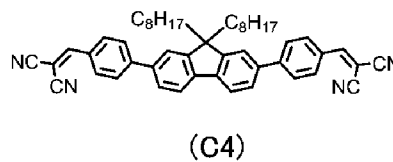
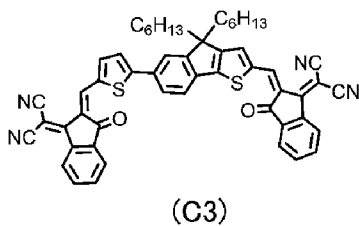
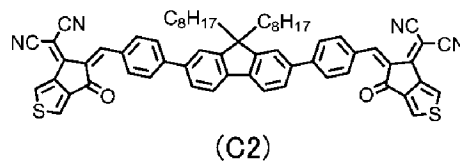
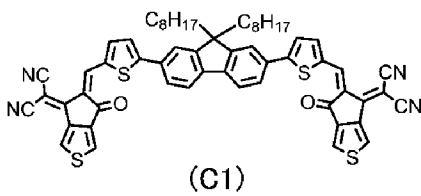


【0156】 [化 31]



【0157】 <比較化合物>

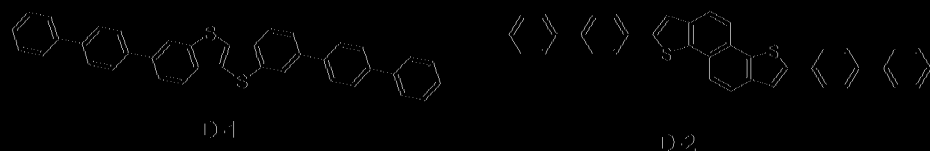
【0158】 [化 32]



## 〔0159〕 [p 型有機半導體]

將下述所示之 p 型有機半導體作為評價中所使用之 p 型有機半導體用於後述光電轉換元件的製作中。

## 〔0160〕 [化: 33]



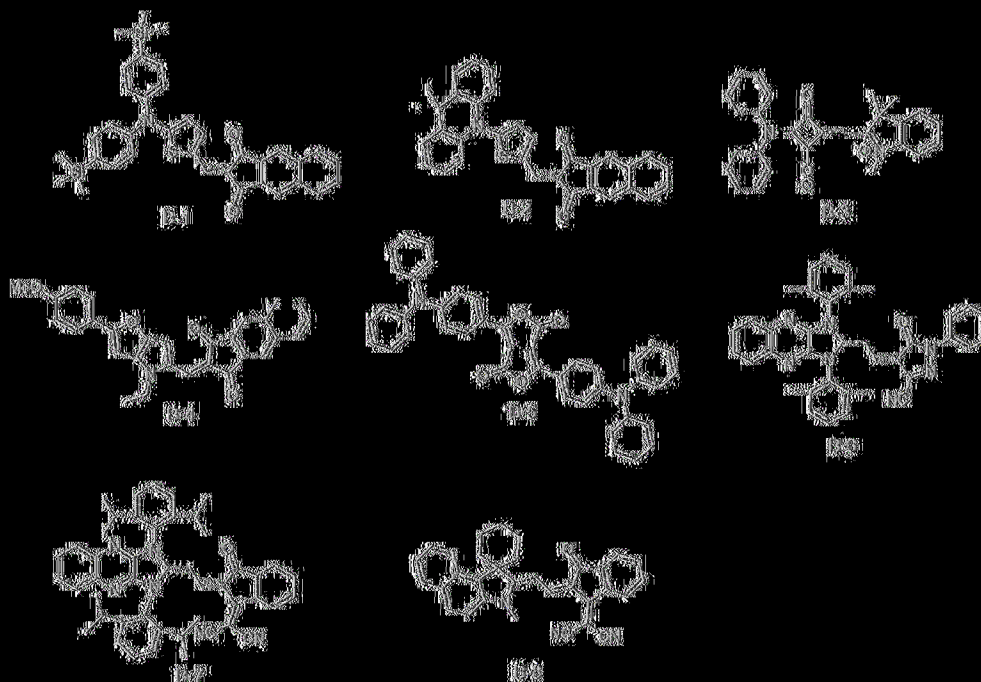
## 〔0161〕 [n 型有機半導體]

將富勒烯 C<sub>60</sub>（在後段的表中亦有時表述為“C60”。）作為評價中所使用之 n 型有機半導體用於後述光電轉換元件的製作中。

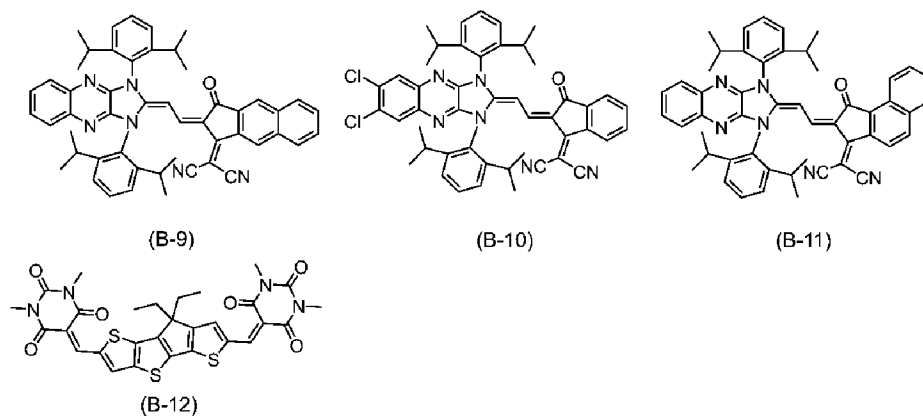
## 〔0162〕 [色素]

又，在後述試驗 Y 中，將下述所示之色素用作評價中所使用之色素。

## 〔0163〕 [化: 34]



## 〔0164〕 [化: 35]



### 【0165】 [評價]

#### [ 試驗 X ]

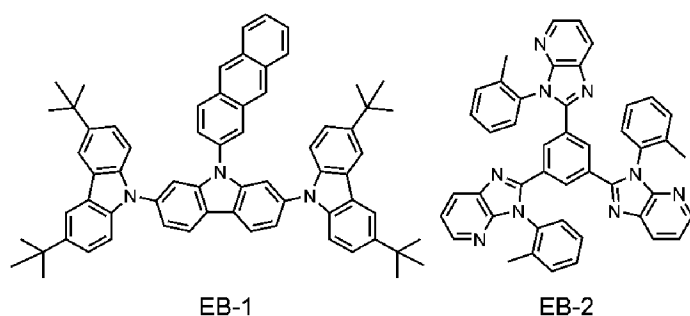
#### < 光電轉換元件的製作 >

使用評價化合物(特定化合物或比較用化合物)製作了圖 2 的形態的光電轉換元件。其中，光電轉換元件由下部電極 11、電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、電洞阻擋膜 16B 及上部電極 15 構成。

具體而言，藉由濺射法在玻璃基板上將非晶質性 ITO 進行成膜而形成下部電極 11(厚度：30nm)，進一步藉由真空加熱蒸鍍法在下部電極 11 上將下述化合物(EB-1)進行成膜而形成了電子阻擋膜 16A(厚度：30nm)。進而，在電子阻擋膜 16A 上以成為表 1 及表 2 的成分比(體積比)的方式對表 1 及表 2 所示之各材料(評價化合物、p 型有機半導體及 n 型有機半導體(富勒烯(C<sub>60</sub>)))進行蒸鍍，從而形成了具有本體異質結構之光電轉換膜 12。進而，在光電轉換膜 12 上對下述化合物(EB-2)進行蒸鍍而形成了電洞阻擋膜 16B(厚度：10nm)。藉由濺射法在電洞阻擋膜 16B 上對非晶質性 ITO 進行成膜而形成了上部電極 15(透明導電性膜)(厚

度：10nm)。藉由真空蒸鍍法在上部電極 15 上形成 SiO 膜作為密封層之後，藉由 ALCVD(Atomic Layer Chemical Vapor Deposition：原子層化學氣相沉積)法在其上形成了氧化鋁(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)層。之後，在氮氣環境下的手套箱內，在 150°C 下加熱 30 分鐘，從而製作了光電轉換元件。

【0166】 [化 36]



【0167】 <暗電流>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法測量了暗電流。

以成為  $2.5 \times 10^5 \text{V/cm}$  的電場強度的方式對各光電轉換元件的下部電極及上部電極施加電壓，並測量了在暗處的電流值（暗電流）。其結果，確認到如下：在任意光電轉換元件中，暗電流亦為  $50 \text{nA/cm}^2$  以下，並且顯示充分低的暗電流。

【0168】 <量子效率>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法測量了量子效率。

以成為  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  的電場強度的方式對各光電轉換元件施加電壓之後，從上部電極（透明導電性膜）側照射光，並對波長 460nm 的量子效率（光電轉換效率）進行評價，並按照式（S1）求

出量子效率。

【0169】式(S1): 量子效率(相對比) = (實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 下之量子效率) / (基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 下之量子效率)

“A”：量子效率為 1.6 以上

“B”：量子效率為 1.2 以上且小於 1.6

“C”：量子效率為 0.8 以上且小於 1.2

“D”：量子效率為 0.4 以上且小於 0.8

“E”：量子效率小於 0.4

再者，關於表 1 中所記載的實施例 1-1~實施例 1-44 及比較例 1-1~比較例 1-3，式(S1)中的上述基準實施例為實施例 1-39，關於表 2 中所記載的實施例 2-1~實施例 2-3 及比較例 2-1，式(S1)中的上述基準實施例為實施例 2-1。

#### 【0170】<響應速度>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度進行了評價。

以成為  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  的強度的方式對光電轉換元件施加了電壓。之後，瞬間點亮 LED (light emitting diode: 發光二極體) 並從上部電極(透明導電性膜)側照射光，用示波器測量此時在波長 460nm 下之光電流，並測量從 0%訊號強度上升至 97%訊號強度為止的上升時間，並按照式(S2)評價了相對響應速度。

式(S2): 相對響應速度 = (實施例或比較例的各光電轉換元件

在波長 460nm 下之上升時間) / (基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 下之上升時間)

“A”：相對響應速度小於 0.5

“B”：相對響應速度為 0.5 以上且小於 1.0

“C”：相對響應速度為 1.0 以上且小於 1.5

“D”：相對響應速度為 1.5 以上且小於 2.0

“E”：相對響應速度為 2.0 以上

再者，關於表 1 中所記載的實施例 1-1～實施例 1-44 及比較例 1-1～比較例 1-3，式(S2)中的上述基準實施例為實施例 1-39，關於表 2 中所記載的實施例 2-1～實施例 2-3 及比較例 2-1，式(S2)中的上述基準實施例為實施例 2-1。

#### 【0171】 <響應速度的電場強度依賴性>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度的電場強度依賴性進行了評價。

在上述 <響應速度> 的評價中，將施加到各光電轉換元件之電壓變更為  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ ，除此以外，藉由相同的步驟測量了  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  下之響應速度。

按照式(S3)求出響應速度的電場強度依賴性，並進行了評價。

式(S3)：響應速度的電場強度依賴性=(實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 下之  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  時的上升時間)/(實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 下之  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  時的上升時間)

再者，在式(S3)中，分子分母的各光電轉換元件相同。例如，關於實施例 1-1，比較實施例 1-1 的光電轉換效率在波長 460nm 下之  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  時的上升時間和實施例 1-1 的光電轉換效率在波長 460nm 下之  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  時的上升時間。

“A”：響應速度的電場強度依賴性小於 2.0

“B”：響應速度的電場強度依賴性為 2.0 以上且小於 3.0

“C”：響應速度的電場強度依賴性為 3.0 以上且小於 4.0

“D”：響應速度的電場強度依賴性為 4.0 以上且小於 5.0

“E”：響應速度的電場強度依賴性為 5.0 以上

【0172】在表 1 及表 2 中示出上述試驗 X 的評價結果。

表 1 及表 2 中的成分比率<sup>a</sup>（體積比）從左起依序示出評價化合物:p 型有機半導體:n 型有機半導體。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“X<sup>1</sup> 的結構”、“Ar<sup>3</sup> 的結構”及“A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 的結構”的各欄中示出將評價化合物適用於式(1)中時的上述各部位的結構。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“X<sup>1</sup> 的結構”中，“A”係指式(1)中的 X<sup>1</sup> 與 -CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-對應之情況，“B”係指式(1)中的 X<sup>1</sup> 與 -NR<sup>N</sup>-對應之情況，“C”係指式(1)中的 X<sup>1</sup> 不與 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-及 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-對應的情況（表示硫原子或氧原子之情況）。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“Ar<sup>3</sup> 的結構”中，“A”係指 Ar<sup>3</sup> 與可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基對應之情況，“B”係指不與其對應的情況。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 的結構”中，將式 (1) 中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 的結構表示式 (C-1) 所表示之基之情況示出為“(C-1)”，將表示式 (C-2) 所表示之基之情況示出為“(C-2)”，將表示式 (A-2) 所表示之基之情況示出為“(A-2)”。

【0173】[表 1]

表 1	光電轉換膜的形成中所使用之各成分			備註			評價			
	種類			成分比 率 <sup>a</sup>	X <sup>1</sup> 的 結構	Ar <sup>3</sup> 的 結構	A <sup>1</sup> 和A <sup>2</sup> 的結構	量子效 率	響應速 度	響應速度的 電場強度依 賴性
	評價化 合物	p 型有機 半導體	n 型有機 半導體							
實施例 1-1	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	B	A
實施例 1-2	1-1	D-2	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	C	B
實施例 1-3	1-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	B	A
實施例 1-4	1-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-1)	A	B	A
實施例 1-5	1-4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-1)	A	B	A
實施例 1-6	1-5	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-1)	A	B	A
實施例 1-7	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-8	2-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-2)	B	A	A
實施例 1-9	2-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-2)	B	A	A
實施例 1-10	2-4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-11	2-5	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-12	2-6	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-13	2-7	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-14	2-8	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-15	2-9	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-1)	B	A	A
實施例 1-16	2-10	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-1)	B	A	A
實施例 1-17	2-11	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-1)	B	A	A
實施例 1-18	2-12	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-19	2-13	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-20	2-14	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-21	2-15	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-22	2-16	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-23	2-17	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-24	2-18	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-25	2-19	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-26	2-20	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-28	3-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-29	3-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-30	3-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-31	4-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-32	4-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-33	4-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-34	4-4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-35	4-5	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-36	4-6	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-37	4-7	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-38	4-8	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-39	5-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	C	A	(C-1)	C	C	C
實施例 1-40	5-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	C	A	(C-1)	C	C	C
實施例 1-41	1-6	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	B	A
實施例 1-42	2-21	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-43	4-9	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-44	4-10	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
比較例 1-1	C1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	D	D	D
比較例 1-2	C2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	E	E	E
比較例 1-3	C3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	D	D	D

【0174】[表 2]

表 2	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				備註			評價		
	種類			成分比率 <sup>a</sup>	X <sup>1</sup> 的結構	Ar <sup>3</sup> 的結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率	響應速度	響應速度的電場強度依賴性
	評價化合物	p 型有機半導體	n 型有機半導體							
實施例 2-1	6-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(A-2)	C	C	B
實施例 2-2	6-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(A-2)	B	B	B
實施例 2-3	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
比較例 2-1	C4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	E	D	D

【0175】依據表 1 及表 2 所示之結果，明確可知：實施例的光電轉換元件在接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均優異。

【0176】依據實施例的對比，確認到如下：在使用 D-1 作為 p 型有機半導體之情況下，接收到藍色光時的響應性及響應速度的電場強度依賴性更優異（尤其，參照實施例 1-1 與實施例 1-2 的對比）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 Ar<sup>3</sup> 表示可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基之情況下，接收到藍色光時的量子效率更優異（尤其，參照實施例 1-8、實施例 1-9、實施例 1-15～實施例 1-17 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 表示式（C-1）或式（C-2）所表示之基之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異（尤其，參照實施例 2-1～實施例 2-2 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 X<sup>1</sup> 表示 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異

(尤其，參照實施例 1-39～實施例 1-40 的結果)。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式(1)中的  $X^1$  表示  $-CR^{C1}R^{C2}-$  或  $-SiR^{C1}R^{C2}-$  之情況下，接收到藍色光時的響應速度更優異(尤其，參照實施例 1-1、實施例 1-3～實施例 1-6、實施例 2-1 的結果)。

#### 【0177】〔試驗 Y〕

##### <光電轉換元件的製作>

以成為表 3 及表 4 的成分比(體積比)的方式對表 3 及表 4 所示之各材料(評價化合物、p 型有機半導體、n 型有機半導體(富勒烯( $C_{60}$ )及色素)進行蒸鍍來製作具有本體異質結構之光電轉換膜 12，除此以外，以與試驗 X 相同的方式製作了各實施例及各比較例的光電轉換元件。

#### 【0178】<暗電流>

以與試驗 X 相同的方式測量了暗電流。

其結果，確認到如下：在任意光電轉換元件中，暗電流亦為  $50nA/cm^2$  以下，並且顯示充分低的暗電流。

#### 【0179】<量子效率>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法測量了量子效率。

以成為  $2.0 \times 10^5 V/cm$  的電場強度的方式對各光電轉換元件施加電壓之後，從上部電極(透明導電性膜)側照射光，並對波長 460nm 或波長 600nm 的量子效率(光電轉換效率)進行評價，並

按照式 (S4) 求出量子效率。

【0180】式 (S4): 量子效率 (相對比) = (實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之量子效率) / (基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之量子效率)

“A”：量子效率為 1.6 以上

“B”：量子效率為 1.2 以上且小於 1.6

“C”：量子效率為 0.8 以上且小於 1.2

“D”：量子效率為 0.4 以上且小於 0.8

“E”：量子效率小於 0.4

再者，關於表 3 中所記載的實施例 3-1~實施例 3-25 及比較例 3-1~比較例 3-3，式 (S4) 中的上述基準實施例為實施例 3-25，關於表 4 中所記載的實施例 4-1~實施例 4-3 及比較例 4-1，式 (S4) 中的上述基準實施例為實施例 4-1。

#### 【0181】<響應速度>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度進行了評價。

以成為  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  的強度的方式對光電轉換元件施加了電壓。之後，瞬間點亮 LED 並從上部電極（透明導電性膜）側照射光，用示波器測量此時在波長 460nm 或波長 600nm 下之光電流，並測量從 0% 訊號強度上升至 97% 訊號強度為止的上升時間，並按照式 (S5) 評價了相對響應速度。再者，在求出相對響應速度時，分子分母為相同的波長下之上升時間。

式(S5): 相對響應速度=(實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之上升時間)/(基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之上升時間)

“A”：相對響應速度小於 0.5

“B”：相對響應速度為 0.5 以上且小於 1.0

“C”：相對響應速度為 1.0 以上且小於 1.5

“D”：相對響應速度為 1.5 以上且小於 2.0

“E”：相對響應速度為 2.0 以上

再者，關於表 3 中所記載的實施例 3-1~實施例 3-29 及比較例 3-1~比較例 3-3，式(S5)中的上述基準實施例為實施例 3-25，關於表 4 中所記載的實施例 4-1~實施例 4-3 及比較例 4-1，式(S5)中的上述基準實施例為實施例 4-1。

#### 【0182】<響應速度的電場強度依賴性>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度的電場強度依賴性進行了評價。

在上述<響應速度>的評價中，將施加到各光電轉換元件之電壓變更為  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ ，除此以外，藉由相同的步驟測量了  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  下之響應速度。

按照式(S6)求出響應速度的電場強度依賴性，並進行了評價。

式(S6): 響應速度的電場強度依賴性=(實施例或比較例的各光電轉換元件在各波長下之  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  時的上升時間)/(實施例或比較例的各光電轉換元件在各波長下之  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  時的上

升時間)

再者，在式 (S6) 中，分子分母的各光電轉換元件相同。

“A”：響應速度的電場強度依賴性小於 2.0

“B”：響應速度的電場強度依賴性為 2.0 以上且小於 3.0

“C”：響應速度的電場強度依賴性為 3.0 以上且小於 4.0

“D”：響應速度的電場強度依賴性為 4.0 以上且小於 5.0

“E”：響應速度的電場強度依賴性為 5.0 以上

【0183】在表 3 及表 4 中示出試驗 Y 的評價結果。

表 3 及表 4 中的成分比率<sup>a</sup> (體積比) 從左起依序示出評價化合物:p 型有機半導體:n 型有機半導體:色素。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“X<sup>1</sup> 的結構”、“Ar<sup>3</sup> 的結構”及“A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 的結構”的各欄中示出將評價化合物適用於式 (1) 中時的上述各部位的結構。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“X<sup>1</sup> 的結構”中，“A”係指式 (1) 中的 X<sup>1</sup> 與 -CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 或 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 對應之情況，“B”係指式 (1) 中的 X<sup>1</sup> 與 -NR<sup>N</sup>- 對應之情況，“C”係指式 (1) 中的 X<sup>1</sup> 不與 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 及 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 對應的情況 (表示硫原子或氧原子之情況)。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“Ar<sup>3</sup> 的結構”中，“A”係指 Ar<sup>3</sup> 與可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基對應之情況，“B”係指不與其對應的情況。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 的結構”中，將式 (1) 中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 的結構表示式 (C-1) 所表示之基之情況示出為“(C-

1) ”，將表示式 (C-2) 所表示之基之情況示出為“(C-2)”，將表示式 (A-2) 所表示之基之情況示出為“(A-2)”。

【0184】[表 3]

表 3 (其 1)	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				成分比率 <sup>a</sup>	備註			評價					
	種類					X <sup>1</sup> 的 結構	Ar <sup>3</sup> 的 結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性	
	評價化合 物	p 型有機 半導體	n 型有機 半導體	色素					460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 3-1	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-1	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-2	1-1	D-2	C <sub>60</sub>	B-1	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	C	C	B	B
實施例 3-3	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-2	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-4	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-3	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-5	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-4	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-6	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-5	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-7	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-6	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-8	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-7	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-9	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-10	1-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-11	1-3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-1)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-12	1-4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-1)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-13	1-5	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-1)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-14	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-15	2-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	B	(C-2)	B	A	A	A	A	A
實施例 3-16	2-4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A

【0185】[表 4]

表 3 (其 2)	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				成分比率 <sup>a</sup>	備註			評價					
	種類					X <sup>1</sup> 的結構	Ar <sup>3</sup> 的結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性	
	評價化合物	p 型有機半導體	n 型有機半導體	色素					460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 3-17	2-5	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-18	2-6	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-19	2-8	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-20	2-12	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-21	3-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-22	3-3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-23	4-3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-24	4-4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-25	5-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	C	A	(C-1)	C	C	C	C	C	C
實施例 3-26	1-6	D-1	C <sub>60</sub>	B-9	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-27	2-21	D-1	C <sub>60</sub>	B-10	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-28	4-9	D-1	C <sub>60</sub>	B-11	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-29	4-10	D-1	C <sub>60</sub>	B-12	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
比較例 3-1	C1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	D	B	D	C	D	D
比較例 3-2	C2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	E	C	E	D	E	E
比較例 3-3	C3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	D	B	D	D	D	D

【0186】[表 5]

表 4	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				成分比率 <sup>a</sup>	備註			評價					
	種類					X <sup>1</sup> 的結構	Ar <sup>3</sup> 的結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性	
	評價化合物	p 型有機半導體	n 型有機半導體	色素					460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 4-1	6-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(A-2)	C	C	C	C	B	B
實施例 4-2	6-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(A-2)	B	B	B	B	B	B
實施例 4-3	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
比較例 4-1	C4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	E	C	D	D	D	D

【0187】依據表 3 及表 4 所示之結果，明確可知：實施例的光電轉換元件在接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均優異。

【0188】依據實施例的對比，確認到如下：在使用 D-1 作為 p 型有機半導體之情況下，接收到藍色光時的響應性及響應速度的電場強度依賴性更優異（尤其，參照實施例 3-1 與實施例 3-2 的對比）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 Ar<sup>3</sup> 表示可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基之情況下，接收到藍色光時的量子效率更優異（尤其，參照實施例 3-15 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 表示式（C-1）或式（C-2）所表示之基之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異（尤其，參照實施例 4-1～實施例 4-2 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 X<sup>1</sup> 表示 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異（尤其，參照實施例 3-25 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 X<sup>1</sup> 表示 -CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，接收到藍色光時的響應速度更優異（尤其，參照實施例 3-1～實施例 3-13、實施例 4-1 的結果）。

【符號說明】

【0189】

10a,10b:光電轉換元件

11:導電性膜（下部電極）

12:光電轉換膜

15:透明導電性膜（上部電極）

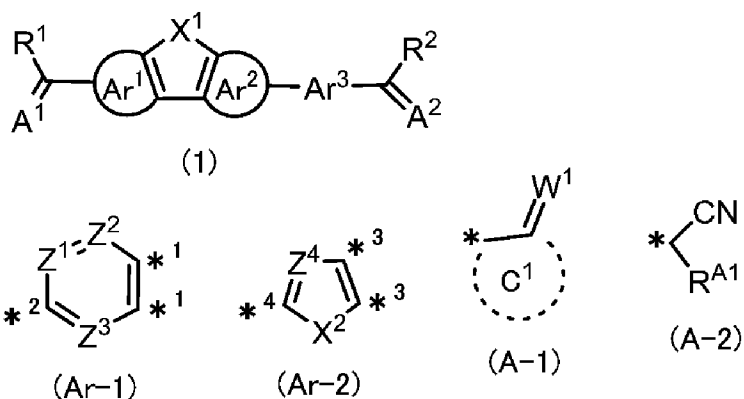
16A:電子阻擋膜

16B:電洞阻擋膜

## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種光電轉換元件，其依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中

前述光電轉換膜包含式(1)所表示之化合物，



式(1)中，R<sup>1</sup>及R<sup>2</sup>分別獨立地表示氫原子或取代基，

X<sup>1</sup>表示-NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-GeR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-OCR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、硫原子、氧原子或硒原子，R<sup>N</sup>、R<sup>C1</sup>及R<sup>C2</sup>分別獨立地表示取代基S，再者，R<sup>C1</sup>和R<sup>C2</sup>可以相互連接而形成環，

Ar<sup>1</sup>及Ar<sup>2</sup>分別獨立地表示式(Ar-1)或式(Ar-2)所表示之基，其中，Ar<sup>1</sup>及Ar<sup>2</sup>中的至少一個表示式(Ar-1)所表示之基，

Ar<sup>3</sup>表示可以具有取代基的單環或2環的伸芳基或者可以具有取代基的單環或2環的雜伸芳基，

A<sup>1</sup>及A<sup>2</sup>分別獨立地表示式(A-1)或式(A-2)所表示之基，

式(Ar-1)中，Z<sup>1</sup>~Z<sup>3</sup>分別獨立地表示-CR<sup>Z1</sup>=或-N=，R<sup>Z1</sup>表示氫原子或取代基，

\*<sup>1</sup>表示與式(1)中的包含X<sup>1</sup>之5員或6員的環的鍵結位置，

\*<sup>2</sup>表示與式(1)中的-C(R<sup>1</sup>)=A<sup>1</sup>所表示之基或Ar<sup>3</sup>的鍵結位置，

式 (Ar-2) 中， $X^2$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ ， $R^{NX}$  表示取代基 S，

$Z^4$  表示  $-CR^{Z^4}=$  或  $-N=$ ， $R^{Z^4}$  表示氫原子或取代基，

\*<sup>3</sup> 表示與式 (1) 中的包含  $X^1$  之 5 員或 6 員的環的鍵結位置，  
\*<sup>4</sup> 表示與式 (1) 中的  $-C(R^1)=A^1$  所表示之基或  $Ar^3$  的鍵結位置，

式 (A-1) 中， $C^1$  表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基的環，

$W^1$  表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W^1}$  或  $=CR^{W^2}R^{W^3}$ ， $R^{W^1}$  表示氫原子或取代基， $R^{W^2}$  及  $R^{W^3}$  分別獨立地表示氰基、 $-SO_2R^{W^4}$ 、 $-COOR^{W^5}$  或  $-COR^{W^6}$ ， $R^{W^4}$ 、 $R^{W^5}$  及  $R^{W^6}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基，

\*表示鍵結位置，

式 (A-2) 中， $R^{A^1}$  表示氰基、 $-CO-Ar^A$  或  $-CO-O-Ar^A$ ， $Ar^A$  表示可以具有取代基的芳香環基或脂肪族烴基，

\*表示鍵結位置，

取代基 S：

取代基 S 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、鹵素原子或  $-\text{Si}(\text{R}^{\text{SX}})_3$  作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

**【請求項2】**如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

前述  $\text{R}^{\text{Z1}}$  及前述  $\text{R}^{\text{Z4}}$  所表示之取代基表示取代基 T，

取代基 T：

取代基 T 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{TX}})_3$ 、鹵素原子或芳香環基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{TX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

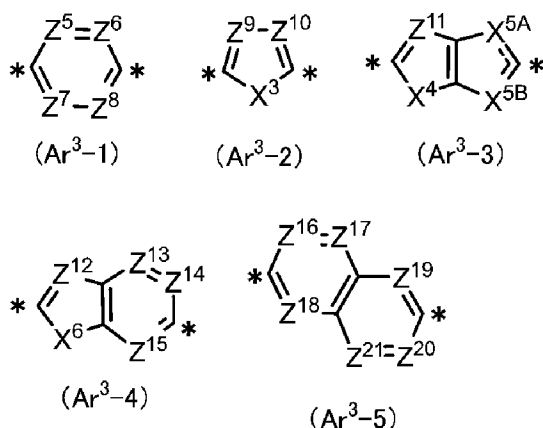
前述  $\text{R}^{\text{TX}}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{TX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $\text{R}^{\text{TX}}$  所表示之

前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

【請求項3】如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

前述  $Ar^3$  表示式 (Ar<sup>3</sup>-1) ~ 式 (Ar<sup>3</sup>-5) 所表示之基，



式 (Ar<sup>3</sup>-1) 中， $Z^5 \sim Z^8$  分別獨立地表示  $-CR^{Z5}=$  或  $-N=$ ， $R^{Z5}$  表示氫原子或取代基，再者，在  $Z^5$  及  $Z^6$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z5}$  可以相互連接而形成單環，又，在  $Z^7$  及  $Z^8$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z5}$  可以相互連接而形成單環，其中，在  $Z^5 \sim Z^8$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下， $Z^5$  及  $Z^6$  中之 2 個  $R^{Z5}$  和  $Z^7$  及  $Z^8$  中之 2 個  $R^{Z5}$  中的僅一個可以相互連接而形成單環，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-2) 中， $X^3$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ ， $R^{NX}$  表示氫原子或取代基 S，

$Z^9$  及  $Z^{10}$  分別獨立地表示  $-CR^{Z9}=$  或  $-N=$ ， $R^{Z9}$  表示氫原子或取代基，再者，在  $Z^9$  及  $Z^{10}$  均表示  $-CR^{Z9}=$  之情況下，2 個  $R^{Z9}$  可以相互連接而形成單環，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-3) 中，X<sup>4</sup> 表示硫原子、氧原子、硒原子或-NR<sup>NX</sup>-，  
R<sup>NX</sup> 表示氫原子或取代基 S，

Z<sup>11</sup> 表示-CR<sup>Z11</sup>=或-N=，R<sup>Z11</sup> 表示氫原子或取代基，

X<sup>5A</sup> 及 X<sup>5B</sup> 中的其中一個表示硫原子、氧原子、硒原子或-NR<sup>NX</sup>-，  
另一個表示-CR<sup>X</sup>=或-N=，R<sup>NX</sup> 表示氫原子或取代基 S，R<sup>X</sup> 表示氫  
原子或取代基，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-4) 中，X<sup>6</sup> 表示硫原子、氧原子、硒原子或-NR<sup>NX</sup>-，  
R<sup>NX</sup> 表示氫原子或取代基 S，

Z<sup>12</sup>~Z<sup>15</sup> 分別獨立地表示-CR<sup>Z12</sup>=或-N=，R<sup>Z12</sup> 表示氫原子或取  
代基，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-5) 中，Z<sup>16</sup>~Z<sup>21</sup> 分別獨立地表示-CR<sup>Z16</sup>=或-N=，R<sup>Z16</sup>  
表示氫原子或取代基，

\*表示鍵結位置，

取代基 S：

取代基 S 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5  
的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或芳香環  
基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支  
鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有

醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、鹵素原子或 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{SX}})_3$  作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

**【請求項4】**如請求項 3 所述之光電轉換元件，其中

前述  $\text{R}^{\text{Z5}}$ 、前述  $\text{R}^{\text{Z9}}$ 、前述  $\text{R}^{\text{Z11}}$ 、前述  $\text{R}^{\text{Z12}}$ 、前述  $\text{R}^{\text{Z16}}$  及前述

$R^X$  所表示之取代基表示取代基 T，

取代基 T：

取代基 T 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{TX}})_3$ 、鹵素原子或芳香環基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{TX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述  $\text{R}^{\text{TX}}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{TX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀

的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $R^{Tx}$  所表示之前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

【請求項5】如請求項 3 所述之光電轉換元件，其中

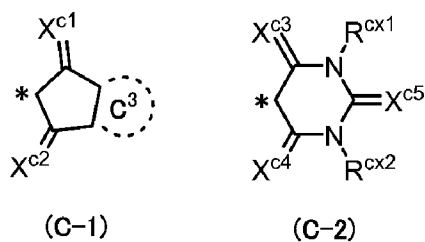
前述  $Ar^3$  表示前述式 ( $Ar^3-1$ ) 或前述式 ( $Ar^3-2$ ) 所表示之基，其中，在前述式 ( $Ar^3-1$ ) 所表示之基中，在  $Z^5$  及  $Z^6$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z5}$  不相互連接而形成環，又，在  $Z^7$  及  $Z^8$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z5}$  不相互連接而形成環，又，在前述式 ( $Ar^3-2$ ) 所表示之基中，在  $Z^9$  及  $Z^{10}$  均表示  $-CR^{Z9}=$  之情況下，2 個  $R^{Z9}$  不相互連接而形成環。

【請求項6】如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

前述  $A^1$  及前述  $A^2$  表示前述式 (A-1) 所表示之基。

【請求項7】如請求項 1 所述之光電轉換元件，其中

前述式 (A-1) 所表示之基表示式 (C-1) 或式 (C-2) 所表示之基，



式 (C-1) 中， $X^{c1}$  及  $X^{c2}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{c11}$  或  $=CR^{c12}R^{c13}$ ， $R^{c11}$  表示氫原子或取代基， $R^{c12}$  及  $R^{c13}$  分別

獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2\text{R}^{\text{c}14}$ 、 $-\text{COOR}^{\text{c}15}$  或  $-\text{COR}^{\text{c}16}$ ， $\text{R}^{\text{c}14}$ 、 $\text{R}^{\text{c}15}$  及  $\text{R}^{\text{c}16}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基，

$\text{C}^3$  表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基的芳香環，

\*表示鍵結位置，

式(C-2)中， $\text{X}^{\text{c}3} \sim \text{X}^{\text{c}5}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=\text{NR}^{\text{c}31}$  或  $=\text{CR}^{\text{c}32}\text{R}^{\text{c}33}$ ， $\text{R}^{\text{c}31}$  表示氫原子或取代基， $\text{R}^{\text{c}32}$  及  $\text{R}^{\text{c}33}$  分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2\text{R}^{\text{c}34}$ 、 $-\text{COOR}^{\text{c}35}$  或  $-\text{COR}^{\text{c}36}$ ， $\text{R}^{\text{c}34}$ 、 $\text{R}^{\text{c}35}$  及  $\text{R}^{\text{c}36}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基，

$\text{R}^{\text{cx}1}$  及  $\text{R}^{\text{cx}2}$  分別獨立地表示氫原子或取代基，

\*表示鍵結位置。

**【請求項8】** 如請求項 1 至 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中前述  $\text{X}^1$  表示  $-\text{NR}^{\text{N}}-$ 、 $-\text{CR}^{\text{C}1}\text{R}^{\text{C}2}-$  或  $-\text{SiR}^{\text{C}1}\text{R}^{\text{C}2}-$ 。

**【請求項9】** 如請求項 1 至 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中前述光電轉換膜進一步包含 n 型有機半導體，

前述光電轉換膜具有在混合式(1)所表示之化合物與 n 型有機半導體之狀態下形成之本體異質結構。

**【請求項10】** 如請求項 9 所述之光電轉換元件，其中

前述 n 型有機半導體包含選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類。

**【請求項11】** 如請求項 1 至 7 之任一項所述之光電轉換元件，其

中

前述光電轉換膜進一步包含 p 型有機半導體。

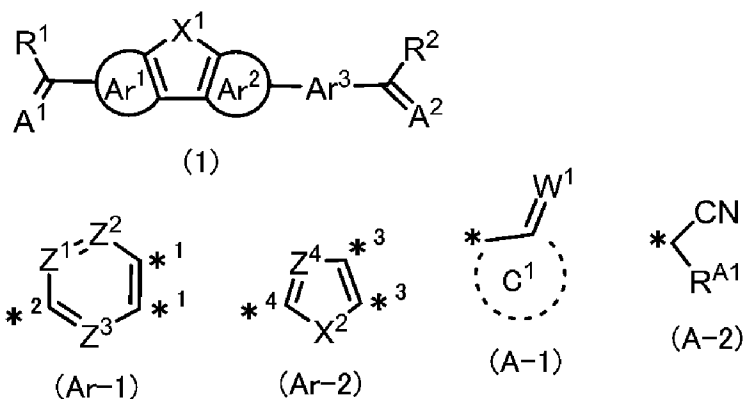
【請求項12】如請求項 1 至 7 之任一項所述之光電轉換元件，其中

前述光電轉換膜進一步包含色素。

【請求項13】一種攝像元件，其具有如請求項 1 至 12 之任一項所述之光電轉換元件。

【請求項14】一種光感測器，其具有如請求項 1 至 12 之任一項所述之光電轉換元件。

【請求項15】一種化合物，其由式（1）表示，



式（1）中，R<sup>1</sup>及 R<sup>2</sup>分別獨立地表示氫原子或取代基，

X<sup>1</sup>表示-NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-GeR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-OCR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、硫原子、氧原子或硒原子，R<sup>N</sup>、R<sup>C1</sup>及 R<sup>C2</sup>分別獨立地表示取代基 S，再者，R<sup>C1</sup>和 R<sup>C2</sup>可以相互連接而形成環，

Ar<sup>1</sup>及 Ar<sup>2</sup>分別獨立地表示式（Ar-1）或式（Ar-2）所表示之基，其中，Ar<sup>1</sup>及 Ar<sup>2</sup>中的至少一個表示式（Ar-1）所表示之基，

Ar<sup>3</sup>表示可以具有取代基的單環或 2 環的伸芳基或者可以具有

取代基的單環或 2 環的雜仲芳基，

$A^1$  及  $A^2$  分別獨立地表示式 (A-1) 或式 (A-2) 所表示之基，  
式 (Ar-1) 中， $Z^1 \sim Z^3$  分別獨立地表示  $-CR^{Z^1}=$  或  $-N=$ ， $R^{Z^1}$  表示  
氫原子或取代基，

$*^1$  表示與式 (1) 中的包含  $X^1$  之 5 員或 6 員的環的鍵結位置，  
 $*^2$  表示與式 (1) 中的  $-C(R^1)=A^1$  所表示之基或  $Ar^3$  的鍵結位置，  
式 (Ar-2) 中， $X^2$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ ， $R^{NX}$   
表示取代基 S，

$Z^4$  表示  $-CR^{Z^4}=$  或  $-N=$ ， $R^{Z^4}$  表示氫原子或取代基，

$*^3$  表示與式 (1) 中的包含  $X^1$  之 5 員或 6 員的環的鍵結位置，  
 $*^4$  表示與式 (1) 中的  $-C(R^1)=A^1$  所表示之基或  $Ar^3$  的鍵結位置，  
式 (A-1) 中， $C^1$  表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基  
的環，

$W^1$  表示氧原子、硫原子、 $=NR^{W^1}$  或  $=CR^{W^2}R^{W^3}$ ， $R^{W^1}$  表示氫原  
子或取代基， $R^{W^2}$  及  $R^{W^3}$  分別獨立地表示氰基、 $-SO_2R^{W^4}$ 、 $-COOR^{W^5}$   
或  $-COR^{W^6}$ ， $R^{W^4}$ 、 $R^{W^5}$  及  $R^{W^6}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂  
肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基，

\*表示鍵結位置，

式 (A-2) 中， $R^{A^1}$  表示氰基、 $-CO-Ar^A$  或  $-CO-O-Ar^A$ ， $Ar^A$  表  
示可以具有取代基的芳香環基或脂肪族烴基，

\*表示鍵結位置，

取代基 S：

取代基 S 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、鹵素原子或  $-\text{Si}(\text{R}^{\text{SX}})_3$  作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之

前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

【請求項16】如請求項 15 所述之化合物，其中

前述  $R^{Z1}$  及前述  $R^{Z4}$  所表示之取代基表示取代基 T，

取代基 T：

取代基 T 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{TX}})_3$ 、鹵素原子或芳香環基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $R^{\text{TX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

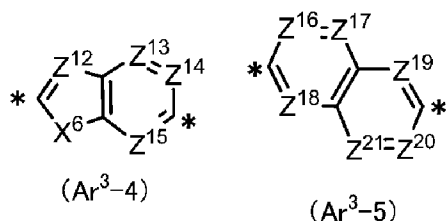
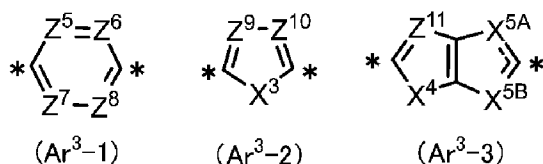
前述  $R^{\text{TX}}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前

述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $R^{TX}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $R^{TX}$  所表示之前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

【請求項 17】如請求項 15 所述之化合物，其中

前述  $Ar^3$  表示式 (Ar<sup>3</sup>-1) ~ 式 (Ar<sup>3</sup>-5) 所表示之基，



式 (Ar<sup>3</sup>-1) 中， $Z^5 \sim Z^8$  分別獨立地表示  $-CR^{Z^5}=$  或  $-N=$ ， $R^{Z^5}$  表示氫原子或取代基，再者，在  $Z^5$  及  $Z^6$  均表示  $-CR^{Z^5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z^5}$  可以相互連接而形成單環，又，在  $Z^7$  及  $Z^8$  均表示  $-CR^{Z^5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z^5}$  可以相互連接而形成單環，其中，在  $Z^5 \sim Z^8$  均表示  $-CR^{Z^5}=$  之情況下， $Z^5$  及  $Z^6$  中之 2 個  $R^{Z^5}$  和  $Z^7$  及  $Z^8$  中之 2 個  $R^{Z^5}$  中的僅一個可以相互連接而形成單環，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-2) 中，X<sup>3</sup> 表示硫原子、氧原子、硒原子或-NR<sup>NX</sup>-，  
R<sup>NX</sup> 表示氫原子或取代基 S，

Z<sup>9</sup> 及 Z<sup>10</sup> 分別獨立地表示-CR<sup>Z9</sup>=或-N=，R<sup>Z9</sup> 表示氫原子或取  
代基，再者，在 Z<sup>9</sup> 及 Z<sup>10</sup> 均表示-CR<sup>Z9</sup>=之情況下，2 個 R<sup>Z9</sup> 可以相  
互連接而形成單環，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-3) 中，X<sup>4</sup> 表示硫原子、氧原子、硒原子或-NR<sup>NX</sup>-，  
R<sup>NX</sup> 表示氫原子或取代基 S，

Z<sup>11</sup> 表示-CR<sup>Z11</sup>=或-N=，R<sup>Z11</sup> 表示氫原子或取代基，

X<sup>5A</sup> 及 X<sup>5B</sup> 中的其中一個表示硫原子、氧原子、硒原子或-NR<sup>NX</sup>-，  
另一個表示-CR<sup>X</sup>=或-N=，R<sup>NX</sup> 表示氫原子或取代基 S，R<sup>X</sup> 表示氫  
原子或取代基，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-4) 中，X<sup>6</sup> 表示硫原子、氧原子、硒原子或-NR<sup>NX</sup>-，  
R<sup>NX</sup> 表示氫原子或取代基 S，

Z<sup>12</sup>~Z<sup>15</sup> 分別獨立地表示-CR<sup>Z12</sup>=或-N=，R<sup>Z12</sup> 表示氫原子或取  
代基，

\*表示鍵結位置，

式 (Ar<sup>3</sup>-5) 中，Z<sup>16</sup>~Z<sup>21</sup> 分別獨立地表示-CR<sup>Z16</sup>=或-N=，R<sup>Z16</sup>  
表示氫原子或取代基，

\*表示鍵結位置，

取代基 S：

取代基 S 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、鹵素原子或  $-\text{Si}(\text{R}^{\text{SX}})_3$  作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $\text{R}^{\text{SX}}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的

環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $R^{SX}$  所表示之前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

【請求項18】如請求項 17 所述之化合物，其中

前述  $R^{Z5}$ 、前述  $R^{Z9}$ 、前述  $R^{Z11}$ 、前述  $R^{Z12}$ 、前述  $R^{Z16}$  及前述  $R^X$  所表示之取代基表示取代基 T，

取代基 T：

取代基 T 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、 $-\text{Si}(\text{R}^{\text{TX}})_3$ 、鹵素原子或芳香環基，

前述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $R^{\text{TX}}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴

基或芳香環基，

前述  $R^{TX}$  所表示之前述碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、前述碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及前述碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基，

前述  $R^{TX}$  所表示之前述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基，又，前述  $R^{TX}$  所表示之前述芳香環基可以具有的碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

**【請求項 19】** 如請求項 17 所述之化合物，其中

前述  $Ar^3$  表示前述式 ( $Ar^3-1$ ) 或前述式 ( $Ar^3-2$ ) 所表示之基，其中，在前述式 ( $Ar^3-1$ ) 所表示之基中，在  $Z^5$  及  $Z^6$  均表示  $-CR^{Z^5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z^5}$  不相互連接而形成環，又，在  $Z^7$  及  $Z^8$  均表示  $-CR^{Z^5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z^5}$  不相互連接而形成環，又，在前述式 ( $Ar^3-2$ ) 所表示之基中，在  $Z^9$  及  $Z^{10}$  均表示  $-CR^{Z^9}=$  之情況下，2 個  $R^{Z^9}$  不相互連接而形成環。

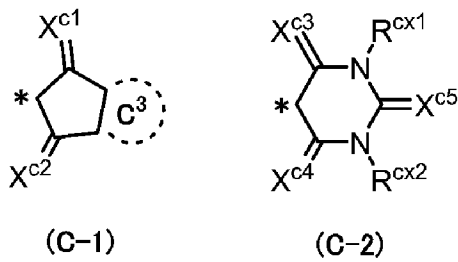
**【請求項 20】** 如請求項 15 所述之化合物，其中

前述  $A^1$  及前述  $A^2$  表示前述式 ( $A-1$ ) 所表示之基。

**【請求項 21】** 如請求項 15 所述之化合物，其中

前述式 ( $A-1$ ) 所表示之基表示式 ( $C-1$ ) 或式 ( $C-2$ ) 所表示

之基，



式 (C-1) 中， $X^{c1}$  及  $X^{c2}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{c11}$  或  $=CR^{c12}R^{c13}$ ， $R^{c11}$  表示氫原子或取代基， $R^{c12}$  及  $R^{c13}$  分別獨立地表示氰基、 $-SO_2R^{c14}$ 、 $-COOR^{c15}$  或  $-COR^{c16}$ ， $R^{c14}$ 、 $R^{c15}$  及  $R^{c16}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基，

$C^3$  表示包含至少 2 個碳原子且可以具有取代基的芳香環，

\*表示鍵結位置，

式 (C-2) 中， $X^{c3} \sim X^{c5}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{c31}$  或  $=CR^{c32}R^{c33}$ ， $R^{c31}$  表示氫原子或取代基， $R^{c32}$  及  $R^{c33}$  分別獨立地表示氰基、 $-SO_2R^{c34}$ 、 $-COOR^{c35}$  或  $-COR^{c36}$ ， $R^{c34}$ 、 $R^{c35}$  及  $R^{c36}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基，

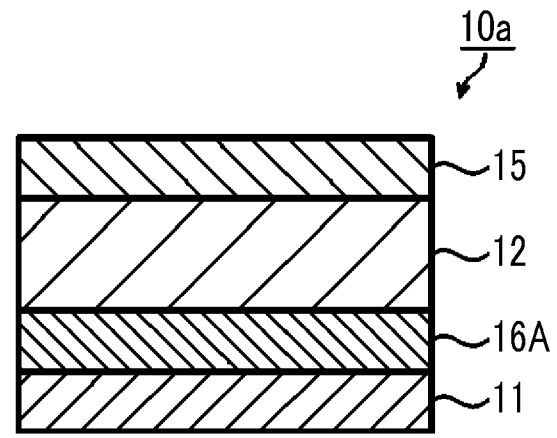
$R^{cx1}$  及  $R^{cx2}$  分別獨立地表示氫原子或取代基，

\*表示鍵結位置。

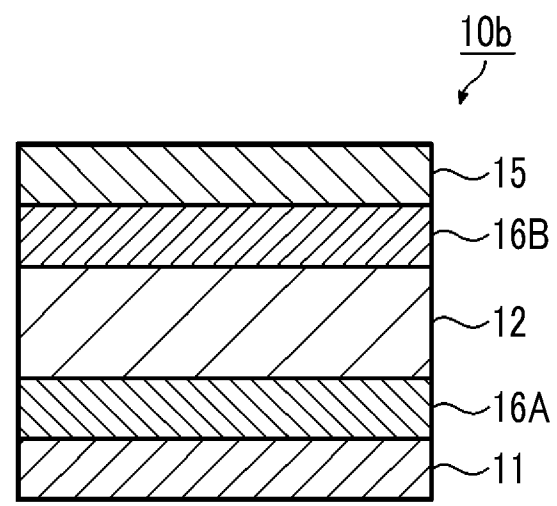
【請求項 22】如請求項 15 至 21 之任一項所述之化合物，其中

前述  $X^1$  表示  $-CR^{c1}R^{c2}-$  或  $-SiR^{c1}R^{c2}-$ 。

【發明圖式】



【圖1】



【圖2】

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物

【英文發明名稱】PHOTOELECTRIC CONVERSION ELEMENT,

IMAGING ELEMENT, OPTICAL SENSOR, AND COMPOUND

【技術領域】

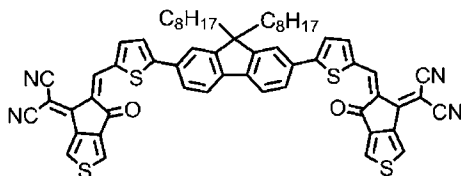
【0001】本發明係有關一種光電轉換元件、攝像元件、光感測器及化合物。

【先前技術】

【0002】近年來，正在進行具有光電轉換膜之元件（例如，攝像元件）的開發。

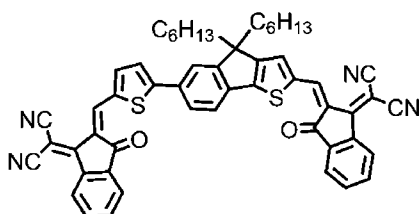
例如，在專利文獻 1 中揭示了下述化合物。

【0003】[化 1]



又，例如在非專利文獻 1 中揭示了下述化合物。

【0004】[化 2]



【0005】[專利文獻 1]中國專利申請公開第 110790743 號說明書

【0006】[非專利文獻 1]Energy & Environmental Science (2018),

11 (9), 2569-2580

【0007】近年來，隨著提高攝像元件及光感測器等的需求，針對該等中所使用之光電轉換元件所要求之各種特性，亦要求進一步提高。

例如，以更高的水平要求光電轉換元件接收到藍色光（尤其，波長 460nm）時的高量子效率。其中，上述藍色光係指波長 400~500nm 範圍內的光。

本發明人等對在專利文獻 1 中所揭示之包含化合物之光電轉換元件進行探討之結果，發現了存在進一步改善接收到藍色光時的量子效率之餘地。

#### 【發明內容】

【0008】因此，本發明的課題在於提供一種接收到藍色光時的量子效率優異之光電轉換元件。

又，本發明的課題還在於提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。

【0009】本發明人等為了解決上述課題而進行了深入研究之結果，發現了藉由以下結構能夠解決上述課題。

【0010】〔1〕一種光電轉換元件，其依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，其中，

上述光電轉換膜包含後述式（1）所表示之化合物。

〔2〕如〔1〕所述之光電轉換元件，其中，上述  $R^{Z1}$  及上述  $R^{Z4}$  所表示之取代基表示後述取代基 T。

〔3〕如〔1〕或〔2〕所述之光電轉換元件，其中，上述  $Ar^3$  表

示後述式 (Ar<sup>3</sup>-1) ~ 式 (Ar<sup>3</sup>-5) 所表示之基。

[4] 如 [3] 所述之光電轉換元件，其中，上述 R<sup>Z5</sup>、上述 R<sup>Z9</sup>、上述 R<sup>Z11</sup>、上述 R<sup>Z12</sup>、上述 R<sup>Z16</sup> 及上述 R<sup>X</sup> 所表示之取代基表示後述取代基 T。

[5] 如 [3] 或 [4] 所述之光電轉換元件，其中，上述 Ar<sup>3</sup> 表示上述式 (Ar<sup>3</sup>-1) 或上述式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基。其中，在上述式 (Ar<sup>3</sup>-1) 所表示之基中，在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z5</sup> 不相互連接而形成環。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z5</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z5</sup> 不相互連接而形成環。又，在上述式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基中，在 Z<sup>9</sup> 及 Z<sup>10</sup> 均表示 -CR<sup>Z9</sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z9</sup> 不相互連接而形成環。

[6] 如 [1] 至 [5] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述 A<sup>1</sup> 及上述 A<sup>2</sup> 表示上述式 (A-1) 所表示之基。

[7] 如 [1] 至 [6] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述式 (A-1) 所表示之基表示後述式 (C-1) 或式 (C-2) 所表示之基。

[8] 如 [1] 至 [7] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述 X<sup>1</sup> 表示 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 或 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-。

[9] 如 [1] 至 [8] 之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述光電轉換膜進一步包含 n 型有機半導體，

上述光電轉換膜具有在混合式 (1) 所表示之化合物與 n 型有機半導體之狀態下形成之本體異質結構。

〔10〕如〔9〕所述之光電轉換元件，其中，上述 n 型有機半導體包含選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類。

〔11〕如〔1〕至〔10〕之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述光電轉換膜進一步包含 p 型有機半導體。

〔12〕如〔1〕至〔11〕之任一項所述之光電轉換元件，其中，上述光電轉換膜進一步包含色素。

〔13〕一種攝像元件，其具有〔1〕至〔12〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔14〕一種光感測器，其具有〔1〕至〔12〕之任一項所述之光電轉換元件。

〔15〕一種化合物，其由後述式（1）表示。

〔16〕如〔15〕所述之化合物，其中，上述  $R^{Z1}$  及上述  $R^{Z4}$  所表示之取代基表示後述取代基 T。

〔17〕如〔15〕或〔16〕所述之化合物，其中，上述  $Ar^3$  表示後述式（ $Ar^3-1$ ）～式（ $Ar^3-5$ ）所表示之基。

〔18〕如〔17〕所述之化合物，其中，上述  $R^{Z5}$ 、上述  $R^{Z9}$ 、上述  $R^{Z11}$ 、上述  $R^{Z12}$ 、上述  $R^{Z16}$  及上述  $R^X$  所表示之取代基表示後述取代基 T。

〔19〕如〔17〕或〔18〕所述之化合物，其中，上述  $Ar^3$  表示上述式（ $Ar^3-1$ ）或上述式（ $Ar^3-2$ ）所表示之基。其中，在上述式（ $Ar^3-1$ ）所表示之基中，在  $Z^5$  及  $Z^6$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，2 個  $R^{Z5}$  不相互連接而形成環。又，在  $Z^7$  及  $Z^8$  均表示  $-CR^{Z5}=$  之情況下，

2 個  $R^{Z5}$  不相互連接而形成環。又，在上述式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基中，在  $Z^9$  及  $Z^{10}$  均表示  $-CR^{Z9}=$  之情況下，2 個  $R^{Z9}$  不相互連接而形成環。

[ 20 ] 如 [ 15 ] 至 [ 19 ] 之任一項所述之化合物，其中，上述  $A^1$  及上述  $A^2$  表示上述式 (A-1) 所表示之基。

[ 21 ] 如 [ 15 ] 至 [ 20 ] 之任一項所述之化合物，其中，上述式 (A-1) 所表示之基表示後述式 (C-1) 或式 (C-2) 所表示之基。

[ 22 ] 如 [ 15 ] 至 [ 21 ] 之任一項所述之化合物，其中，上述  $X^1$  表示  $-CR^{C1}R^{C2}-$  或  $-SiR^{C1}R^{C2}-$ 。

#### [發明效果]

【0011】依據本發明，能夠提供一種接收到藍色光時的量子效率優異之光電轉換元件。

又，依據本發明，能夠提供一種與上述光電轉換元件相關之攝像元件、光感測器及化合物。

#### 【圖式簡單說明】

【0012】圖 1 係表示光電轉換元件的一結構例之剖面示意圖。

圖 2 係表示光電轉換元件的一結構例之剖面示意圖。

#### 【實施方式】

【0013】以下，對本發明進行詳細說明。

以下所記載之構成要件的說明有時基於本發明的代表性實施態樣來進行，但是本發明並不限於該種實施態樣。

【0014】以下，對本發明的光電轉換元件的實施形態進行詳細敘

述。

在本說明書中，使用“~”所表示之數值範圍係指將“~”前後所記載之數值作為下限值及上限值而包含之範圍。

在本說明書中，氫原子可以為輕氫原子（通常的氫原子）及氘原子（例如，雙氫原子等）。

在本說明書中，在由特定符號表示之取代基及連接基等（以下，亦稱為“取代基等”。）存在複數個時或在同時規定複數個取代基等時，係指各取代基等可以相互相同，亦可以不同。這一點針對取代基等的數量的規定亦相同。

在本說明書中，除非另有特別說明，則“取代基”可以舉出後述取代基 W 中所例示之基。

#### 【0015】（取代基 W）

對本說明書中之取代基 W 進行記載。

關於取代基 W，例如可以舉出鹵素原子（例如，氟原子、氯原子、溴原子及碘原子等）、烷基（包含環烷基、雙環烷基及三環烷基）、烯基（包含環烯基及雙環烯基）、炔基、芳基、雜芳基（雜環基）、氰基、硝基、烷氧基、芳氧基、矽氧基、雜環氧基、醯氧基、胺甲醯氧基、烷氧基羰基氧基、芳氧基羰基氧基、二級或三級胺基（包含苯胺基）、烷硫基、芳硫基、雜環硫基、烷基或芳基亞磺醯基、烷基或芳基磺醯基、醯基、芳氧基羰基、烷氧基羰基、芳基或雜環偶氮基、醯亞胺基、膦基、氧膦基、氧膦基氧基、氧膦基胺基、膦醯基、甲矽烷基、羧基、磷酸基、磺酸基、羥基、硫醇基、醯基胺基、

胺甲醯基、脲基、硼酸基及一級胺基。又，在可能的情況下，上述各基可以進一步具有取代基(例如，上述各基中的 1 個以上的基等)。例如，還包含可以具有取代基的烷基作為取代基 W 的一形態。

又，在取代基 W 具有碳原子之情況下，取代基 W 所具有之碳數例如為 1~20。

除了取代基 W 所具有之氫原子以外的原子的數量例如為 1~30 個。

再者，後述特定化合物作為取代基不具有羧基、羧基的鹽、磷酸基的鹽、磺酸基、磺酸基的鹽、羥基、硫醇基、醯基胺基、胺甲醯基、脲基、硼酸基 ( $-B(OH)_2$ ) 及/或一級胺基亦較佳。

**【0016】** 在本說明書中，作為鹵素原子，例如可以舉出氟原子、氯原子、溴原子及碘原子。

**【0017】** 又，在本說明書中，除非另有特別說明，則烷基的碳數為 1~20 為較佳，1~10 為更佳，1~6 為進一步較佳。

烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。

作為烷基，例如可以舉出甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、第三丁基、正己基及環戊基。

又，烷基可以為環烷基、雙環烷基及三環烷基，亦可以具有該等環狀結構作為部分結構。

在可以具有取代基的烷基中，烷基可以具有的取代基例如可以舉出取代基 W 中所例示之基，芳基（較佳為碳數 6~18，更佳為碳數 6）、雜芳基（較佳為碳數 5~18，更佳為碳數 5~6）或鹵

素原子（較佳為氟原子或氯原子）為較佳。

【0018】在本說明書中，除非另有特別說明，則烷氧基中之烷基部分為上述烷基為較佳。烷硫基中之烷基部分為上述烷基為較佳。

在可以具有取代基的烷氧基中，烷氧基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。在可以具有取代基的烷硫基中，烷硫基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

【0019】在本說明書中，除非另有特別說明，則烯基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。上述烯基的碳數為 2~20 為較佳。在可以具有取代基的烯基中，烯基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

在本說明書中，除非另有特別說明，則炔基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。上述炔基的碳數為 2~20 為較佳。在可以具有取代基的炔基中，炔基可以具有的取代基可以舉出與可以具有取代基的烷基中之取代基相同的例。

【0020】在本說明書中，除非另有特別說明，則芳香環或構成芳香環基之芳香環可以為單環及多環（例如，2~6 環等）中的任一個。單環的芳香環為僅具有 1 環的芳香環結構作為環結構之芳香環。多環（例如，2~6 環等）的芳香環為複數個（例如，2~6 個等）芳香環結構作為環結構縮環而成之芳香環。

上述芳香環的環員原子的數量為 5~15 為較佳。

上述芳香環可以為芳香族烴環及芳香族雜環。

在上述芳香環為芳香族雜環的情況下，作為環員原子具有之雜原子的數量例如為 1~10。作為上述雜原子，例如可以舉出氮原子、硫原子、氧原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子。

作為上述芳香族烴環，例如可以舉出苯環、萘環、蔥環及菲環。

作為上述芳香族雜環，例如可以舉出吡啶環、嘧啶環、嗒吡環、吡吡環、三吡環（例如，1,2,3-三吡環、1,2,4-三吡環及 1,3,5-三吡環等）、四吡環（例如，1,2,4,5-四吡環等）、喹啉環、吡咯環、呋喃環、噻吩環、咪唑環、嘔唑環、噻唑環、苯并吡咯環、苯并呋喃環、苯并噻吩環、苯并咪唑環、苯并嘔唑環、苯并噻唑環、萘并吡咯環、萘并呋喃環、萘并噻吩環、萘并咪唑環、萘并嘔唑環、3H-吡咯啶環、吡咯并咪唑環（例如，5H-吡咯并[1,2-a]咪唑環等）、咪唑并嘔唑環（例如，咪唑并[2,1-b]嘔唑環等）、噻吩并噻唑環（例如，噻吩并[2,3-d]噻唑環等）、苯并噻二唑環、苯并二噻吩環（例如，苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩環等）、噻吩并噻吩環（例如，噻吩并[3,2-b]噻吩環等）、噻唑并噻唑環（例如，噻唑并[5,4-d]噻唑環等）、萘并二噻吩環（例如，萘并[2,3-b:6,7-b']二噻吩環、萘并[2,1-b:6,5-b']二噻吩環、萘并[1,2-b:5,6-b']二噻吩環及 1,8-二硫雜二環戊[b,g]萘環等）、苯并噻吩并苯并噻吩環、二噻吩并[3,2-b:2',3'-d]噻吩環及 3,4,7,8-四噻二環戊[a,e]并環戊二烯環。

在可以具有取代基的芳香環中，芳香環可以具有的取代基的種類例如可以舉出取代基 W 中所例示之基。上述芳香環具有取代基時的取代基的數量只要為 1 個以上（例如，1~4 個等）即可。

在本說明書中，在芳香環基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環除去 1 個以上（例如，1~5 個等）的氫原子而成之基。

在本說明書中，在芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族烴環對應之環除去 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族雜環對應之環除去 1 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在伸芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族烴環對應之環除去 2 個氫原子而成之基。

在本說明書中，在雜伸芳基等情況下，例如可以舉出從上述芳香環中與芳香族雜環對應之環除去 2 個氫原子而成之基。

在可以具有取代基的芳香環基、可以具有取代基的芳基、可以具有取代基的雜芳基、可以具有取代基的伸芳基及可以具有取代基的雜伸芳基中，該等基可以具有的取代基的種類例如可以舉出取代基 W 中所例示之基。可以具有取代基的該等基具有取代基時的取代基的數量只要為 1 個以上（例如，1~4 個等）即可。

**【0021】**又，在本說明書中，除非另有特別說明，則脂肪族烴基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種。又，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個。

作為脂肪族烴基的碳數，除非另有特別說明，則 1~30 為較佳，1~20 為更佳，1~10 為進一步較佳，1~6 為更進一步較佳，1~5 為特佳，1~3 為最佳。

作為脂肪族烴基，烷基、烯基或炔基為較佳。作為烷基、烯基

及炔基，除非另有特別說明，則上述態樣為較佳。

在可以具有取代基的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以具有的取代基例如可以舉出取代基 W 中所例示之基。

**【0022】** 在本說明書中，在表示化學結構之 1 個式中表示基的種類或數量之相同的標記存在複數個之情況下，除非另有特別說明，則該等存在複數個之相同的標記彼此的內容分別獨立，相同的標記彼此的內容可以相同，亦可以不同。

在本說明書中，在表示化學結構之 1 個式中相同種類的基（例如，烷基等）存在複數個之情況下，除非另有特別說明，則該等存在複數個之相同種類的基彼此的具體的內容分別獨立，相同種類的基彼此的具體的內容可以相同，亦可以不同。

**【0023】** 在本說明書中，除非另有特別說明，則所表述之 2 價的基（例如，-CO-O-等）的鍵結方向並無限制。例如，在由“X-Y-Z”構成之式所表示之化合物中的 Y 為-CO-O-之情況下，上述化合物可以為“X-O-CO-Z”及“X-CO-O-Z”中的任一個。

**【0024】** 在本說明書中，關於能夠具有幾何異構物（順式-反式異構物）之化合物，為了便於說明，有時表示上述化合物之通式或結構式僅以順式體及反式體中的任一個形態記載。即使在該種情況下，除非另有特別說明，則上述化合物的形態並不限定於順式體及反式體中的任一個，上述化合物亦可以為順式體及反式體中的任一個形態。

**【0025】** [光電轉換元件]

本發明的光電轉換元件依序具有導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜，並且光電轉換膜包含式(1)所表示之化合物(以下，亦稱為“特定化合物”)。

藉由使本發明的光電轉換元件採用上述結構，能夠解決本發明的課題之機制雖不一定明確，但是本發明人等如下推測。

特定化合物為具有供體部(D)和受體部(A)之化合物(所謂之A-D-A化合物)，供體部具有\*-規定結構的3縮環-Ar<sup>3</sup>-\*所表示之非對稱結構。再者，規定結構的3縮環係指式(1)中所指定之由包含Ar<sup>1</sup>和Ar<sup>2</sup>和X<sup>1</sup>之5員或6員的環構成之3縮環(再者，在X<sup>1</sup>表示-OCR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，包含X<sup>1</sup>之環成為6員的環)。推測為如下：特定化合物由於上述結構而難以產生基於π-π堆疊之凝集。亦即，推測為如下：在包含特定化合物之光電轉換膜中，抑制特定化合物彼此的凝集，其結果，在不阻礙光電轉換膜中的電荷分離的情況下有效地進行，光電轉換元件顯示優異之量子效率。

**【0026】**以下，將可以獲得接收到藍色光時的量子效率更優異之情況、接收到藍色光時的響應性更優異之情況及接收到藍色光時的響應速度的電場強度依賴性更低的情況中的至少1個以上的效果之情況亦稱為“本發明的效果更優異”。

**【0027】**在圖1中示出本發明的光電轉換元件的一實施形態的剖面示意圖。

圖1所示之光電轉換元件10a具有依序積層有如下之結構：作為下部電極而發揮作用之導電性膜(以下，亦稱為“下部電極”)

11、電子阻擋膜（electron blocking film）16A、包含特定化合物之光電轉換膜 12 及作為上部電極而發揮作用之透明導電性膜（以下，亦稱為“上部電極”）15。

在圖 2 中示出另一光電轉換元件的結構例。圖 2 所示之光電轉換元件 10b 具有在下部電極 11 上依序積層有電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、電洞阻擋膜 16B 及上部電極 15 之結構。再者，圖 1 及圖 2 中的電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12 及電洞阻擋膜 16B 的積層順序亦可以依據用途及特性而適當變更。

【0028】在光電轉換元件 10a（或 10b）中，光經由上部電極 15 入射到光電轉換膜 12 為較佳。

又，在使用光電轉換元件 10a（或 10b）之情況下，能夠施加電壓。此時，下部電極 11 與上部電極 15 構成一對電極，並且向該一對電極之間施加  $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^7 \text{V/cm}$  的電壓為較佳。從性能及耗電量的觀點考慮，作為所施加之電壓， $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^7 \text{V/cm}$  為更佳， $1 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^6 \text{V/cm}$  為進一步較佳。

再者，關於電壓施加方法，以在圖 1 及圖 2 中電子阻擋膜 16A 側成為陰極且光電轉換膜 12 側成為陽極的方式施加為較佳。在將光電轉換元件 10a（或 10b）用作光感測器之情況或組裝於攝像元件上之情況下，亦能夠藉由相同的方法施加電壓。

如在後段進行詳細敘述，光電轉換元件 10a（或 10b）能夠較佳地適用於攝像元件用途中。

以下，對構成本發明的光電轉換元件之各層的形態進行詳細

敘述。

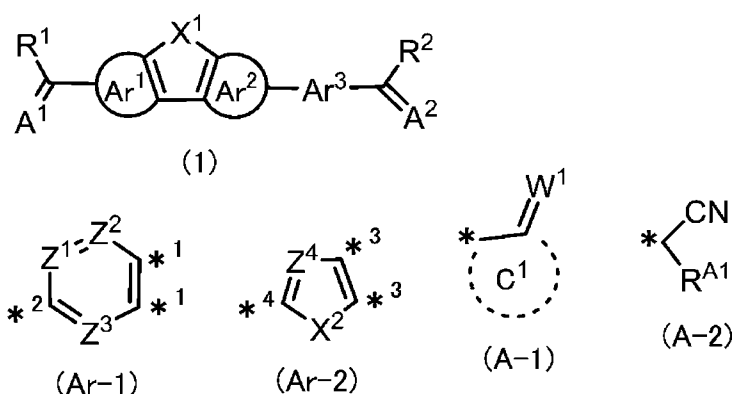
【0029】〔光電轉換膜〕

光電轉換元件具有光電轉換膜。

【0030】〈特定化合物〉

光電轉換膜包含式(1)所表示之化合物(特定化合物)。

【0031】[化 3]



【0032】式(1)中，R<sup>1</sup>及R<sup>2</sup>分別獨立地表示氫原子或取代基。

作為R<sup>1</sup>及R<sup>2</sup>所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基W中所例示之基。其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，R<sup>1</sup>及R<sup>2</sup>表示氫原子為較佳。

【0033】式(1)中，X<sup>1</sup>表示-NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-GeR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-OCR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、硫原子、氧原子或硒原子。

作為X<sup>1</sup>，從本發明的效果更優異之觀點考慮，其中，表示-NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-、-GeR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-OCR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-為較佳，表示-NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-為更佳，表示-OCR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-為進一步較佳。

【0034】R<sup>N</sup>、R<sup>C1</sup>及R<sup>C2</sup>分別獨立地表示取代基S。關於取代基S，

將在後段進行詳細敘述。

$R^{C1}$  和  $R^{C2}$  可以相互連接而形成環。作為  $R^{C1}$  和  $R^{C2}$  相互連接而形成之環，可以為芳香環及脂環中的任一個，亦可以為單環及多環中的任一個。

作為  $R^{C1}$  和  $R^{C2}$  相互連接而形成之上述環，脂肪族烴環(例如，碳數 3~8 的脂肪族烴環)為較佳。又， $R^{C1}$  和  $R^{C2}$  相互連接而形成之上述脂肪族烴環可以進一步與芳香環(較佳為 1~2 個)縮環。

又，在上述環具有取代基之情況下，作為取代基，從本發明的效果更優異之觀點考慮，後述取代基 S 為較佳。

**【0035】** 式(1)中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  分別獨立地表示式(Ar-1)或式(Ar-2)所表示之基。其中， $Ar^1$  及  $Ar^2$  中的至少一個表示式(Ar-1)所表示之基。

**【0036】** 式(Ar-1)中， $Z^1 \sim Z^3$  分別獨立地表示  $-CR^{Z1}=$  或  $-N=$ 。

作為  $Z^1 \sim Z^3$ ，其中，表示  $-CR^{Z1}=$  為較佳。

$R^{Z1}$  表示氫原子或取代基。

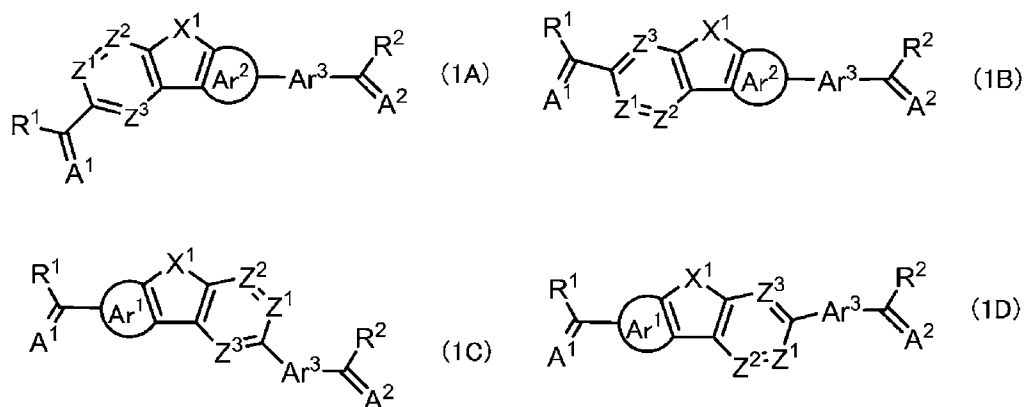
作為  $R^{Z1}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

作為  $R^{Z1}$ ，從本發明的效果優異之觀點考慮，氫原子或取代基 T 為較佳，氫原子為更佳。

**【0037】** 式(Ar-1)中， $*^1$  表示與式(1)中的包含  $X^1$  之 5 員或 6 員的環的鍵結位置。 $*^2$  表示與式(1)中的  $-C(R^1)=A^1$  所表示之基(式(1)中的左側的末端部位中所指定之  $-C(R^1)=A^1$  所表示之基)

或  $Ar^3$  的鍵結位置。亦即，例如在式 (1) 中的  $Ar^1$  表示式 (Ar-1) 所表示之基之情況下，式 (1) 所表示之基與下述式 (1A) 或下述式 (1B) 所表示之基對應，在式 (1) 中的  $Ar^2$  表示式 (Ar-1) 所表示之基之情況下，式 (1) 所表示之基與下述式 (1C) 或下述 (1D) 所表示之基對應。

【0038】 [化 4]



【0039】 式 (Ar-2) 中， $X^2$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ 。

作為  $X^2$ ，其中，硫原子或氧原子為較佳，硫原子為更佳。

$R^{NX}$  表示後述取代基 S。

$Z^4$  表示  $-CR^{Z4}=$  或  $-N=$ 。

作為  $Z^4$ ，其中，表示  $-CR^{Z4}=$  為較佳。

$R^{Z4}$  表示氫原子或取代基。

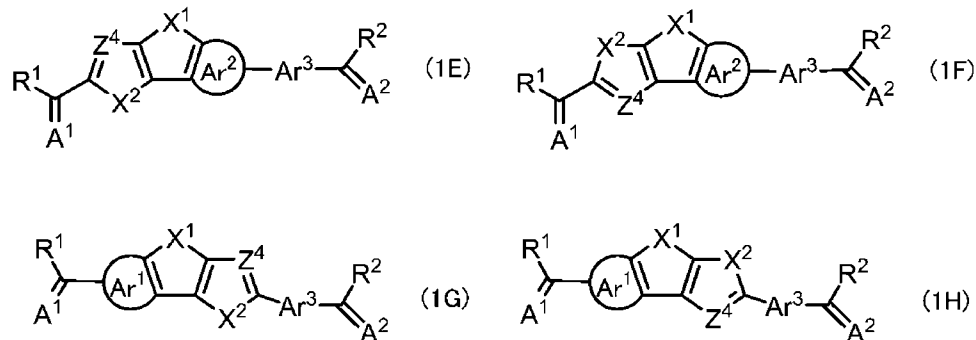
作為  $R^{Z4}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

作為  $R^{Z4}$ ，從本發明的效果優異之觀點考慮，氫原子或取代基 T 為較佳，氫原子為更佳。

【0040】 式 (Ar-2) 中， $*^3$  表示與式 (1) 中的包含  $X^1$  之 5 員或 6

員的環的鍵結位置。<sup>\*4</sup> 表示與式(1)中的 $-C(R^1)=A^1$ 所表示之基(式(1)中的左側的末端部位中所指定之 $-C(R^1)=A^1$ 所表示之基)或 $Ar^3$ 的鍵結位置。亦即,例如在式(1)中的 $Ar^1$ 表示式(Ar-2)所表示之基之情況下,式(1)所表示之基與下述式(1E)或下述式(1F)所表示之基對應,在式(1)中的 $Ar^2$ 表示式(Ar-2)所表示之基之情況下,式(1)所表示之基與下述式(1G)或下述(1H)所表示之基對應。

【0041】[化5]



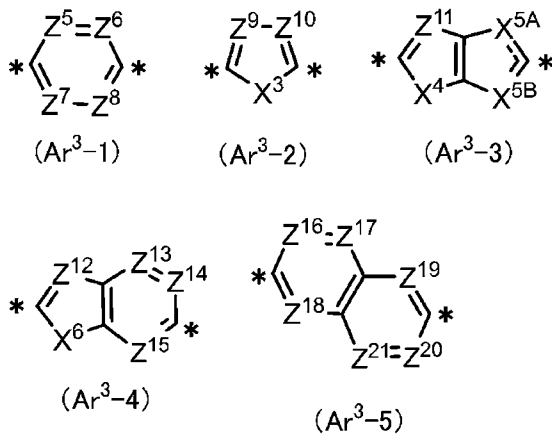
【0042】式(1)中, $Ar^3$ 表示可以具有取代基的單環或2環的伸芳基或者可以具有取代基的單環或2環的雜伸芳基。

作為 $Ar^3$ ,從本發明的效果更優異之觀點考慮,表示可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基為較佳。

【0043】作為 $Ar^3$ 所表示之單環或2環的伸芳基或者單環或2環的雜伸芳基可以具有的取代基,例如可以舉出上述取代基W中所例示之基,其中,表示後述取代基T為較佳。

【0044】作為 $Ar^3$ ,表示下述式( $Ar^3-1$ )~下述式( $Ar^3-5$ )所表示之基為較佳。

## 【0045】[化 6]



【0046】式 (Ar<sup>3</sup>-1) 中，Z<sup>5</sup>~Z<sup>8</sup> 分別獨立地表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 或 -N=。

作為 Z<sup>5</sup>~Z<sup>8</sup>，表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 為較佳。

R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 表示氫原子或取代基。

作為 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

再者，在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 可以相互連接而形成單環。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 可以相互連接而形成單環。其中，在 Z<sup>5</sup>~Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 中之 2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 和 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 中之 2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 中的僅一個可以相互連接而形成單環。

作為 2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 相互連接而形成之單環，可以舉出單環的芳香環及可以包含雜原子的單環的脂環，從本發明的效果更優異之觀點考慮，可以包含雜原子的單環的脂環（較佳為環烷基）為較佳。

在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，從本發明的效果更優異之觀點考慮，2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 不相互連接而形成環為較佳。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup>

均表示 $-\text{CR}^{\text{Z}5}=\text{}$ 之情況下，2 個  $\text{R}^{\text{Z}5}$  不相互連接而形成環為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0047】式( Ar<sup>3</sup>-2 )中， $\text{X}^3$  表示硫原子、氧原子、硒原子或 $-\text{NR}^{\text{NX}}-\text{}$ 。

$\text{R}^{\text{NX}}$  表示氫原子或後述取代基 S。

$\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  分別獨立地表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 或 $-\text{N}=\text{}$ 。

作為  $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$ ，表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 為較佳。

$\text{R}^{\text{Z}9}$  表示氫原子或取代基。

作為  $\text{R}^{\text{Z}9}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

再者，在  $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  均表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 之情況下，2 個  $\text{R}^{\text{Z}9}$  可以相互連接而形成單環。

作為 2 個  $\text{R}^{\text{Z}9}$  相互連接而形成之單環，可以舉出單環的芳香環及可以包含雜原子的單環的脂環，從本發明的效果更優異之觀點考慮，可以包含雜原子的單環的脂環（較佳為環烷基）為較佳。

在  $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  均表示 $-\text{CR}^{\text{Z}9}=\text{}$ 之情況下，從本發明的效果更優異之觀點考慮， $\text{Z}^9$  及  $\text{Z}^{10}$  中之 2 個  $\text{R}^{\text{Z}9}$  不相互連接而採用單環結構為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0048】式( Ar<sup>3</sup>-3 )中， $\text{X}^4$  表示硫原子、氧原子、硒原子或 $-\text{NR}^{\text{NX}}-\text{}$ 。

$\text{R}^{\text{NX}}$  表示氫原子或取代基 S。

$\text{Z}^{11}$  表示 $-\text{CR}^{\text{Z}11}=\text{}$ 或 $-\text{N}=\text{}$ ，表示 $-\text{CR}^{\text{Z}11}=\text{}$ 為較佳。

$\text{R}^{\text{Z}11}$  表示氫原子或取代基。

作為  $R^{Z11}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

【0049】  $X^{5A}$  及  $X^{5B}$  中的其中一個表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ ，另一個表示  $-CR^X=$  或  $-N=$ 。再者，在式 ( $Ar^3-3$ ) 中，關於在與  $X^{5A}$  相鄰之碳原子之間所指定之虛線，在  $X^{5A}$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$  之情況下表示單線（單鍵），在  $X^{5A}$  表示  $-CR^X=$  或  $-N=$  之情況下表示雙線（雙鍵）。又，關於在與  $X^{5B}$  相鄰之碳原子之間所指定之虛線，在  $X^{5B}$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$  之情況下表示單線（單鍵），在  $X^{5B}$  表示  $-CR^X=$  或  $-N=$  之情況下表示雙線（雙鍵）。

$R^{NX}$  表示氫原子或後述取代基 S。

$R^X$  表示氫原子或取代基。

作為  $R^X$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0050】式 ( $Ar^3-4$ ) 中， $X^6$  表示硫原子、氧原子、硒原子或  $-NR^{NX}-$ 。

$R^{NX}$  表示氫原子或取代基 S。

$Z^{12} \sim Z^{15}$  分別獨立地表示  $-CR^{Z12}=$  或  $-N=$ ，表示  $-CR^{Z12}=$  為較佳。

$R^{Z12}$  表示氫原子或取代基。

作為  $R^{Z12}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0051】式 (Ar<sup>3</sup>-5) 中，Z<sup>16</sup>~Z<sup>21</sup> 分別獨立地表示 -CR<sup>Z<sup>16</sup></sup>= 或 -N=，表示 -CR<sup>Z<sup>16</sup></sup>= 為較佳。

R<sup>Z<sup>16</sup></sup> 表示氫原子或取代基。

作為 R<sup>Z<sup>16</sup></sup> 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，表示後述取代基 T 為較佳。

\*表示鍵結位置。

【0052】作為 Ar<sup>3</sup>，其中，表示式 (Ar<sup>3</sup>-1) 或式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基 (其中，在式 (Ar<sup>3</sup>-1) 所表示之基中，在 Z<sup>5</sup> 及 Z<sup>6</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 不相互連接而形成環。又，在 Z<sup>7</sup> 及 Z<sup>8</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>5</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>5</sup></sup> 不相互連接而形成環。又，在式 (Ar<sup>3</sup>-2) 所表示之基中，在 Z<sup>9</sup> 及 Z<sup>10</sup> 均表示 -CR<sup>Z<sup>9</sup></sup>= 之情況下，2 個 R<sup>Z<sup>9</sup></sup> 不相互連接而形成環) 為更佳。

【0053】式 (1) 中，A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 分別獨立地表示式 (A-1) 或式 (A-2) 所表示之基。

其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 中的至少一個為式 (A-1) 所表示之基為較佳，A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 這兩個均為式 (A-1) 所表示之基為更佳。

【0054】上述式 (A-1) 中，W<sup>1</sup> 表示氧原子、硫原子、=NR<sup>W<sup>1</sup></sup> 或 =CR<sup>W<sup>2</sup></sup>R<sup>W<sup>3</sup></sup>。

R<sup>W<sup>1</sup></sup> 表示氫原子或取代基。

作為上述 R<sup>W<sup>1</sup></sup> 所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之取代基。

$R^{W2}$  及  $R^{W3}$  分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2R^{W4}$ 、 $-\text{COOR}^{W5}$  或  $-\text{COR}^{W6}$ 。  
作為  $R^{W2}$  及  $R^{W3}$ ，至少一個表示氰基為較佳，兩個均表示氰基為更佳。

$R^{W4}$ 、 $R^{W5}$  及  $R^{W6}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基。

又，作為上述  $R^{W4}$ 、 $R^{W5}$  及  $R^{W6}$  所表示之脂肪族烴基、芳基及雜環基可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基  $W$  中所例示之取代基。

【0055】作為上述  $W^1$ ，從本發明的效果更優異之觀點考慮，表示氧原子或硫原子為較佳，表示氧原子為更佳。

【0056】式 (A-1) 中， $C^1$  表示包含至少 2 個碳原子（與式 (A-1) 中所指定之 2 個碳原子對應。）之可以具有取代基的環。

上述環的碳數為 3~30 為較佳，3~20 為更佳，3~10 為進一步較佳。再者，上述碳數為包含式中所指定之 2 個碳原子之數量。

上述環可以為芳香族性及非芳香族性中的任一種。

上述環可以為單環及多環中的任一個，5 員環、6 員環或包含 5 員環及 6 員環中的至少 1 個之縮合環為較佳。形成上述縮合環之環的數量為 1~4 個為較佳，1~3 個為更佳。

上述環可以具有雜原子。作為上述雜原子，例如可以舉出氮原子、硫原子、氧原子、硒原子、碲原子、磷原子、矽原子及硼原子，硫原子、氮原子或氧原子為較佳。

上述環的雜原子的數量為 0~10 個為較佳，0~5 個為更佳。

【0057】構成上述  $C^1$  所表示之環之碳原子可以經其他羰基碳 ( $>C=O$ ) 及/或其他硫羰基碳 ( $>C=S$ ) 取代。再者，其他羰基碳 ( $>C=O$ ) 及其他硫羰基碳 ( $>C=S$ ) 為將構成環之碳原子中除了\*的部分的碳原子及與  $W^1$  鍵結之碳原子以外的碳原子設為構成要素之羰基碳及硫羰基碳。

作為上述環可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基  $W$  中所例示之基，鹵素原子、烷基、芳香環基、烷氧基或甲矽烷基為較佳，鹵素原子或烷基為更佳。

上述烷基可以為直鏈狀、支鏈狀及環狀中的任一種，直鏈狀或環狀為較佳。

上述烷基的碳數為 1~10 為較佳，1~3 為更佳。

【0058】作為上述  $C^1$  所表示之環，用作酸性核（例如，部花青色素中的酸性核等）之環為較佳，例如可以舉出以下核。

(a) 1,3-二羰基核：例如 1,3-茛烷二酮核、1,3-環己烷二酮、5,5-二甲基-1,3-環己烷二酮及 1,3-二噁烷-4, 6-二酮等。

(b) 吡啶酮核：例如 1-苯基-2-吡啶啉-5-酮、3-甲基-1-苯基-2-吡啶啉-5-酮及 1-(2-苯并噁啉基)-3-甲基-2-吡啶啉-5-酮等。

(c) 異噁啶酮核：例如 3-苯基-2-異噁啶啉-5-酮及 3-甲基-2-異噁啶啉-5-酮等。

(d) 氧基吡啶核：例如 1-烷基-2,3-二氫-2-氧基吡啶等。

(e) 2,4,6-三氧代六氫嘧啶核：例如巴比妥酸、2-硫巴比妥酸及其衍生物等。作為上述衍生物，例如可以舉出 1-甲基、1-乙基等

1-烷基體、1,3-二甲基、1,3-二乙基及 1,3-二丁基等 1,3-二烷基體、1,3-二苯基、1,3-二(對氯苯基)及 1,3-二(對乙氧基羰基苯基)等 1,3-二芳基體、1-乙基-3-苯基等 1-烷基-1-芳基體以及 1,3-二(2-吡啶基)等 1,3-二雜芳基體。

(f) 2-硫代-2,4-噻唑啉二酮核：例如繞丹寧及其衍生物等。作為上述衍生物，例如可以舉出 3-甲基繞丹寧、3-乙基繞丹寧及 3-烯丙基繞丹寧等 3-烷基繞丹寧、3-苯基繞丹寧等 3-芳基繞丹寧以及 3-(2-吡啶基)繞丹寧等 3-雜芳基繞丹寧等。

(g) 2-硫代-2,4-噁唑啉二酮核 (2-硫代-2,4-(3H,5H)-噁唑啉二酮核)：例如 3-乙基-2-硫代-2,4-噁唑啉二酮等。

(h) 硫茛酮核：例如 3(2H)-硫茛酮-1,1-二氧化物等。

(i) 2-硫代-2,5-噻唑啉二酮核：例如 3-乙基-2-硫代-2,5-噻唑啉二酮等。

(j) 2,4-噻唑啉二酮核：例如 2,4-噻唑啉二酮、3-乙基-2,4-噻唑啉二酮及 3-苯基-2,4-噻唑啉二酮等。

(k) 噻唑啉-4-酮核：例如 4-噻唑啉酮及 2-乙基-4-噻唑啉酮等。

(l) 2,4-咪唑啉二酮 (乙內醯脲) 核：例如 2,4-咪唑啉二酮及 3-乙基-2,4-咪唑啉二酮等。

(m) 2-硫代-2,4-咪唑啉二酮 (2-硫乙內醯脲) 核：例如 2-硫代-2,4-咪唑啉二酮及 3-乙基-2-硫代-2,4-咪唑啉二酮等。

(n) 咪唑啉-5-酮核：例如 2-丙基巰基-2-咪唑啉-5-酮等。

(o) 3,5-吡唑啉二酮核：例如 1,2-二苯基-3,5-吡唑啉二酮及 1,2-

二甲基-3,5-吡啶二酮等。

(p) 苯并噻吩-3(2H)-酮核：例如苯并噻吩-3(2H)-酮、氧代苯并噻吩-3(2H)-酮及二氧代苯并噻吩-3(2H)-酮等。

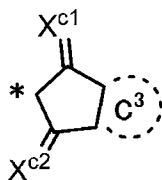
(q) 二氫茛酮核：例如 1-二氫茛酮、3-苯基-1-二氫茛酮、3-甲基-1-二氫茛酮、3,3-二苯基-1-二氫茛酮及 3,3-二甲基-1-二氫茛酮等。

(r) 苯并呋喃-3-(2H)-酮核：例如苯并呋喃-3-(2H)-酮等。

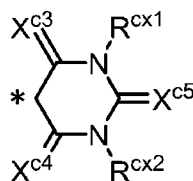
(s) 2,2-二氫萘-1,3-二酮核等。

【0059】作為上述式 (A-1) 所表示之基，從本發明的效果更優異之觀點考慮，下述式 (C-1) 或下述式 (C-2) 所表示之基為較佳，下述式 (C-1) 所表示之基為更佳。再者，式 (C-1) 及式 (C-2) 中，\*表示鍵結位置。

【0060】[化 7]



(C-1)



(C-2)

【0061】式 (C-1) 中， $X^{c1}$  及  $X^{c2}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{c11}$  或  $=CR^{c12}R^{c13}$ 。

作為  $X^{c1}$  及  $X^{c2}$ ，其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，分別獨立地表示氧原子或硫原子為較佳，表示氧原子為更佳。

【0062】 $R^{c11}$  表示氫原子或取代基。

作為上述  $R^{c11}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W

中所例示之取代基。

$R^{c12}$  及  $R^{c13}$  分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2R^{c14}$ 、 $-\text{COOR}^{c15}$  或  $-\text{COR}^{c16}$ 。作為  $R^{c12}$  及  $R^{c13}$ ，至少一個表示氰基為較佳，兩個均表示氰基為更佳。

$R^{c14}$ 、 $R^{c15}$  及  $R^{c16}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基。

作為上述  $R^{c14}$ 、 $R^{c15}$  及  $R^{c16}$  所表示之脂肪族烴基、芳基及雜環基可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之取代基。

**【0063】**  $C^3$  表示包含至少 2 個碳原子（與式（C-1）中所指定之 2 個碳原子對應。）之可以具有取代基的芳香環。

上述芳香環的碳數為 4~30 為較佳，5~12 為更佳，6~8 為進一步較佳。再者，上述碳數為包含式中所指定之 2 個碳原子之數量。

上述芳香環可以為單環及多環中的任一個。

又，芳香環可以為芳香族烴環及芳香族雜環中的任一個，但是芳香族烴環為較佳。

作為上述  $C^3$  所表示之芳香環，苯環、萘環、蒽環或芘環為較佳，苯環或萘環為更佳。

作為上述芳香環可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，烷基、烷氧基、芳基、雜芳基或鹵素原子為較佳。

【0064】式(C-2)中， $X^{c3} \sim X^{c5}$  分別獨立地表示氧原子、硫原子、 $=NR^{c31}$  或  $=CR^{c32}R^{c33}$ 。

作為  $X^{c3} \sim X^{c5}$ ，其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，分別獨立地表示氧原子或硫原子為較佳，表示氧原子為更佳。

$R^{c31}$  表示氫原子或取代基。

作為上述  $R^{c31}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之取代基。

$R^{c32}$  及  $R^{c33}$  分別獨立地表示氰基、 $-\text{SO}_2R^{c34}$ 、 $-\text{COOR}^{c35}$  或  $-\text{COR}^{c36}$ 。

作為  $R^{c32}$  及  $R^{c33}$ ，至少一個表示氰基為較佳，兩個均表示氰基為更佳。

$R^{c34}$ 、 $R^{c35}$  及  $R^{c36}$  分別獨立地表示可以具有取代基的脂肪族烴基、可以具有取代基的芳基或可以具有取代基的雜環基。

作為上述  $R^{c34}$ 、 $R^{c35}$  及  $R^{c36}$  所表示之脂肪族烴基、芳基及雜環基可以具有的取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之取代基。

【0065】上述式(C-2)中， $R^{cx1}$  及  $R^{cx2}$  分別獨立地表示氫原子或取代基。

作為  $R^{cx1}$  及  $R^{cx2}$  所表示之取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基，其中，烷基或苯基為較佳，烷基為更佳。

上述苯基可以進一步具有取代基，例如可以舉出上述取代基 W 中所例示之基。

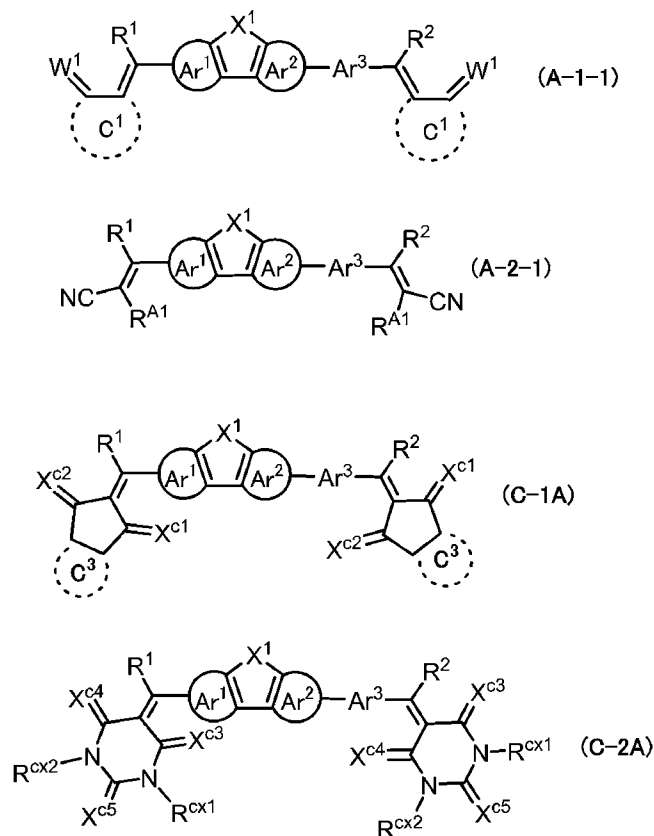
【0066】式 (A-2) 中， $R^{A1}$  表示氰基或  $-CO-Ar^A$ 。

$Ar^A$  表示可以具有取代基的芳香環基或脂肪族烴基。

作為  $R^{A1}$ ，其中，從本發明的效果更優異之觀點考慮，表示氰基或  $Ar^A$  為可以具有取代基的芳香環基之  $-CO-Ar^A$  為較佳。

【0067】上述式 (1) 中，在  $A^1$  及  $A^2$  為式 (A-1) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (A-1-1) 表示，在  $A^1$  及  $A^2$  為式 (A-2) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (A-2-1) 表示。又，此時，在上述式 (A-1) 所表示之基為式 (C-1) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (C-1A) 表示，在上述式 (A-1) 所表示之基為式 (C-2) 所表示之基之情況下，特定化合物由式 (C-2A) 表示。

【0068】[化 8]



【0069】在上段部的記載中，取代基 S 如下。

**【0070】** 取代基 S：

取代基 S 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基。

**【0071】** 在取代基 S 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個，但是飽和脂肪族烴基為較佳。

取代基 S 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子（換言之，鏈中的-CH<sub>2</sub>-可以經-O-取代），亦可以具有鹵素原子作為取代基。

取代基 S 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以為單環或多環中的任一個。

**【0072】** 取代基 S 所表示之上述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、鹵素原子或-Si(R<sup>SX</sup>)<sub>3</sub> 作為取代基。再者，作為芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基，與取代基 S 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

【0073】作為取代基 S 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 1~3 的直鏈狀的烷基（例如，甲基、乙基及正丙基），乙基或甲基為較佳，甲基為更佳。

作為取代基 S 所表示之上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~5 的支鏈狀的烷基（例如，異丙基、仲丁基、異丁基、叔丁基及新戊基），異丙基、仲丁基、異丁基或叔丁基為較佳，異丙基為更佳。

作為取代基 S 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~8 的環烷基（例如，環丙基、環丁基、環戊基、環己基及環庚基），環丙基、環丁基、環戊基或環己基為較佳，環丙基為更佳。

作為取代基 S 所表示之上述芳香環基的具體例，可以舉出可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的烷基的苯基等。

【0074】上述  $R^{SX}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基。

【0075】在上述  $R^{SX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個，但是飽和脂肪族烴基為較佳。

上述  $R^{SX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪

族烴基可以具有醚性氧原子(換言之,鏈中的-CH<sub>2</sub>-可以經-O-取代),亦可以具有鹵素原子作為取代基。

【0076】上述 R<sup>SX</sup> 所表示之芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基。再者,作為上述芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基,與取代基 S 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

【0077】在上段部的記載中,取代基 T 如下。

【0078】取代基 T :

取代基 T 表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基、-Si(R<sup>TX</sup>)<sub>3</sub>、鹵素原子或芳香環基。

【0079】取代基 T 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子(換言之,鏈中的-CH<sub>2</sub>-可以經-O-取代),亦可以具有鹵素原子作為取代基。

取代基 T 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基可以為單環或多環中的任一個。

【0080】取代基 T 所表示之上述芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~

8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基。再者，作為芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基，與取代基 T 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

**【0081】** 作為取代基 T 所表示之上述碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 1~3 的直鏈狀的烷基（例如，甲基、乙基及正丙基），甲基或乙基為較佳，甲基為更佳。

作為取代基 T 所表示之上述碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~5 的支鏈狀的烷基（例如，異丙基、仲丁基、異丁基、叔丁基及新戊基），異丙基、仲丁基、異丁基或叔丁基為較佳，異丙基為更佳。

作為取代基 T 所表示之上述碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的具體例，可以舉出碳數 3~8 的環烷基（例如，環丙基、環丁基、環戊基、環己基及環庚基），環丙基、環丁基、環戊基或環己基為較佳，環丙基為更佳。

作為取代基 T 所表示之上述芳香環基的具體例，可以舉出可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的烷基的苯基等。

**【0082】**  $R^{TX}$  表示碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基或芳香環基。

**【0083】** 在上述  $R^{TX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、

碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基中，脂肪族烴基可以為飽和脂肪族烴基及不飽和脂肪族烴基中的任一個，但是飽和脂肪族烴基為較佳。

上述  $R^{TX}$  所表示之碳數 1~4 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3 或碳數 4 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3 或碳數 4 的環狀的脂肪族烴基可以具有醚性氧原子(換言之，鏈中的 $-CH_2-$ 可以經 $-O-$ 取代)，亦可以具有鹵素原子作為取代基。

**【0084】** 上述  $R^{TX}$  所表示之芳香環基可以具有碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基或鹵素原子作為取代基。再者，作為上述芳香環能夠具有之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基，與取代基 S 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基、碳數 3~5 的支鏈狀的脂肪族烴基及碳數 3~8 的環狀的脂肪族烴基的含義相同。

**【0085】** 作為  $R^{TX}$ ，其中，表示碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基為較佳。

作為  $R^{TX}$  所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基，與取代基 T 所表示之碳數 1~3 的直鏈狀的脂肪族烴基的含義相同，較佳態樣亦相同。

**【0086】** 上述特定化合物的分子量為 400~1,200 為較佳，400~1,000 為更佳，400~800 為進一步較佳。

推測為如下：在為上述分子量之情況下，特定化合物的升華溫

度變低，在高速形成光電轉換膜時量子效率亦優異。

【0087】從用作 p 型有機半導體時的穩定性和與 n 型有機半導體的能階的匹配的觀點考慮，特定化合物在單獨膜中的游離電位為-5.0~-6.0eV 為較佳。

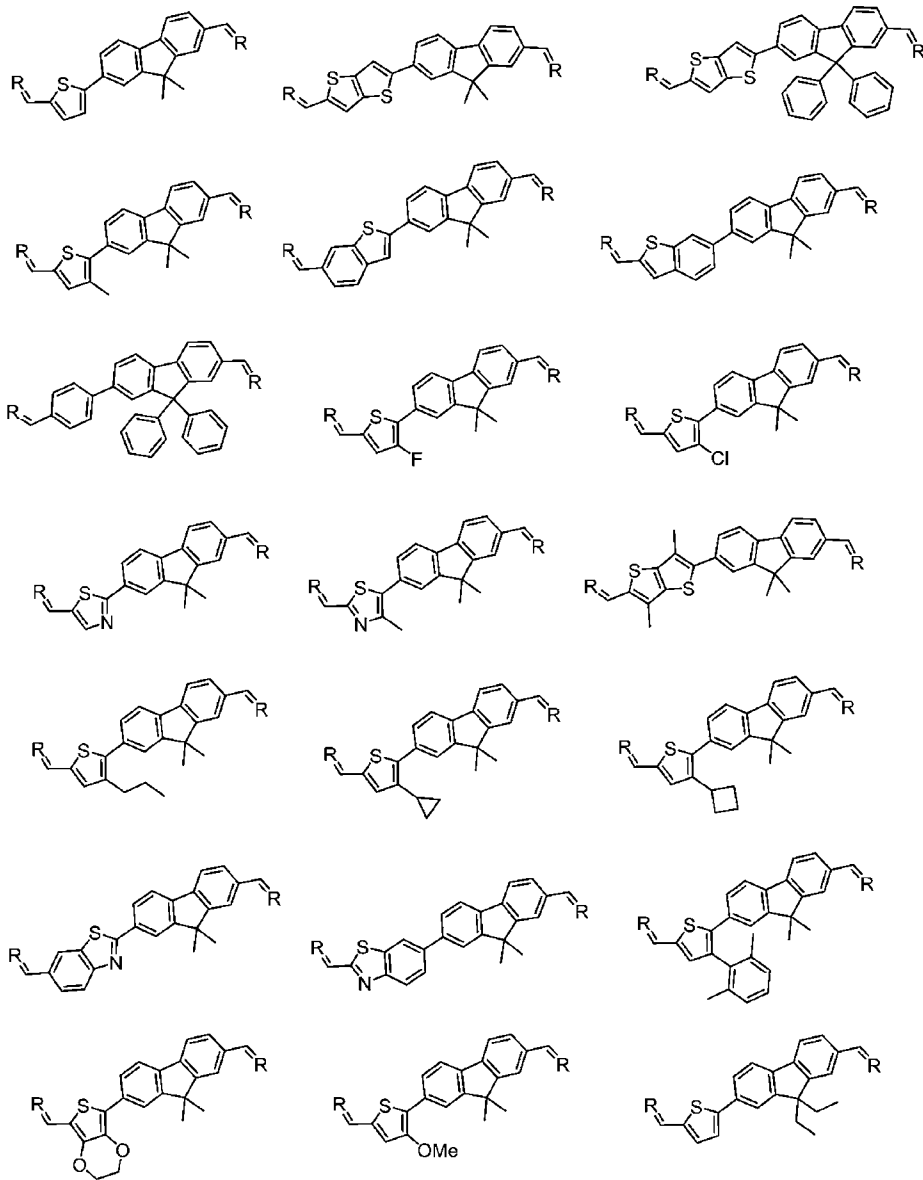
【0088】特定化合物的極大吸收波長在波長 400~600nm 範圍內為較佳，在波長 400~500nm 範圍內為更佳。

上述極大吸收波長為將特定化合物的吸收光譜調整成吸光度成為 0.5~1.0 左右的濃度且在溶液狀態（溶劑：氯仿）下測量而獲得之值。其中，在特定化合物不溶解於氯仿中的情況下，對特定化合物進行蒸鍍，並將使用成為膜狀態之特定化合物而測量之值設為特定化合物的極大吸收波長。

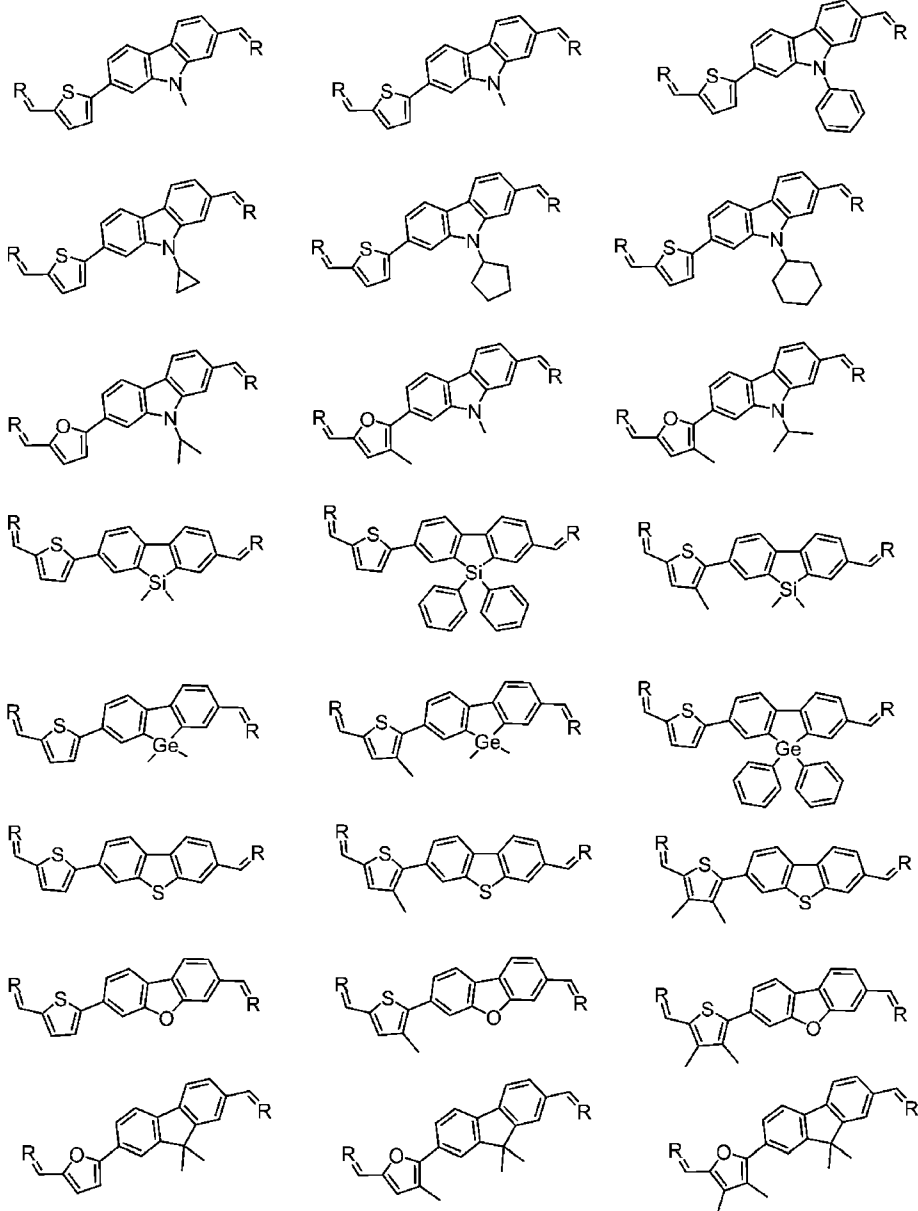
【0089】特定化合物作為攝像元件、光感測器或光電池中所使用之光電轉換膜的材料尤其有用。特定化合物在光電轉換膜內作為色素而發揮作用之情況較多。又，特定化合物亦能夠用作著色材料、液晶材料、有機半導體材料、電荷輸送材料、醫藥材料及熒光診斷藥材料。

【0090】以下示出特定化合物的具體例，但是本發明並不限定於該等。

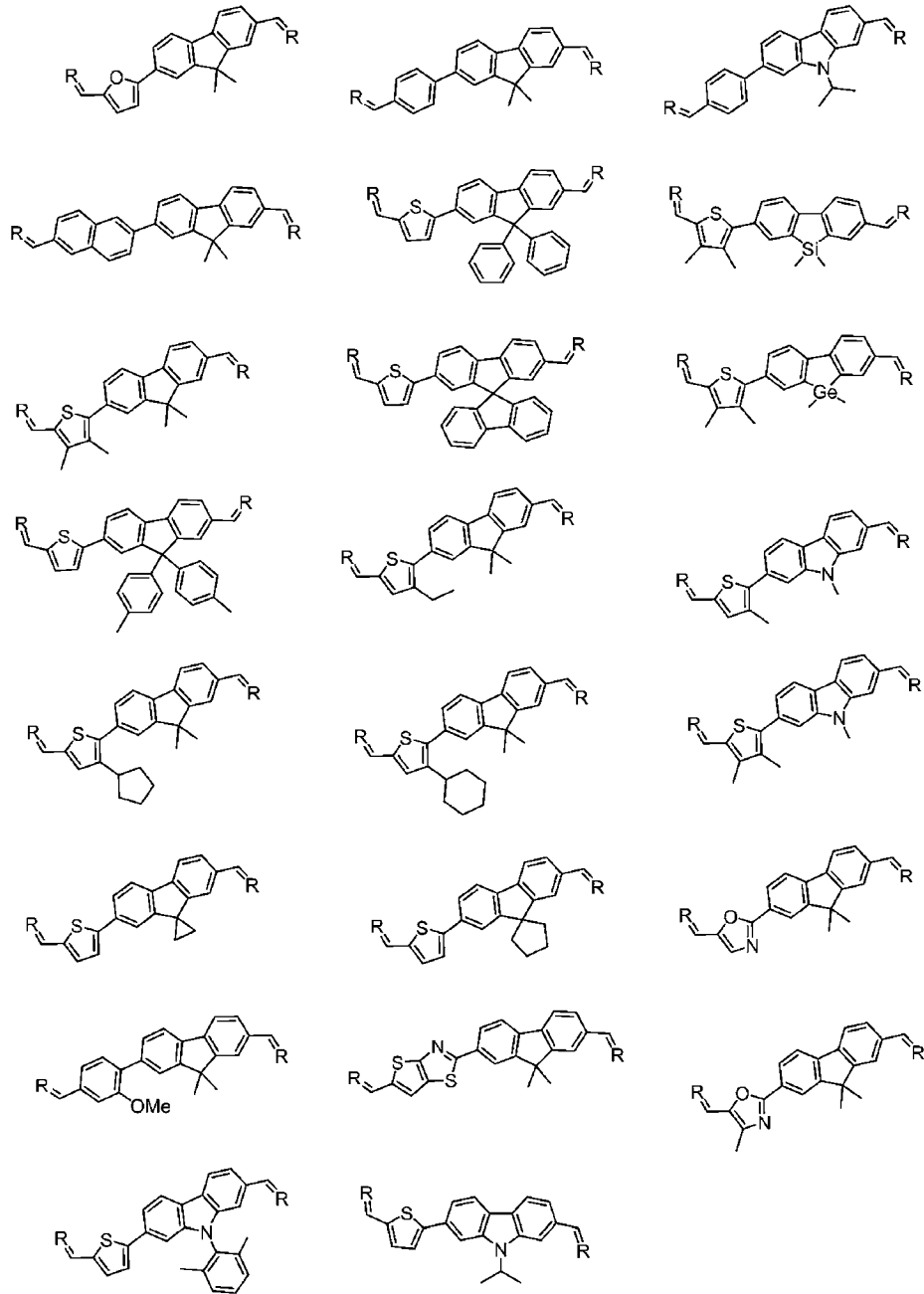
【0091】[化 9]



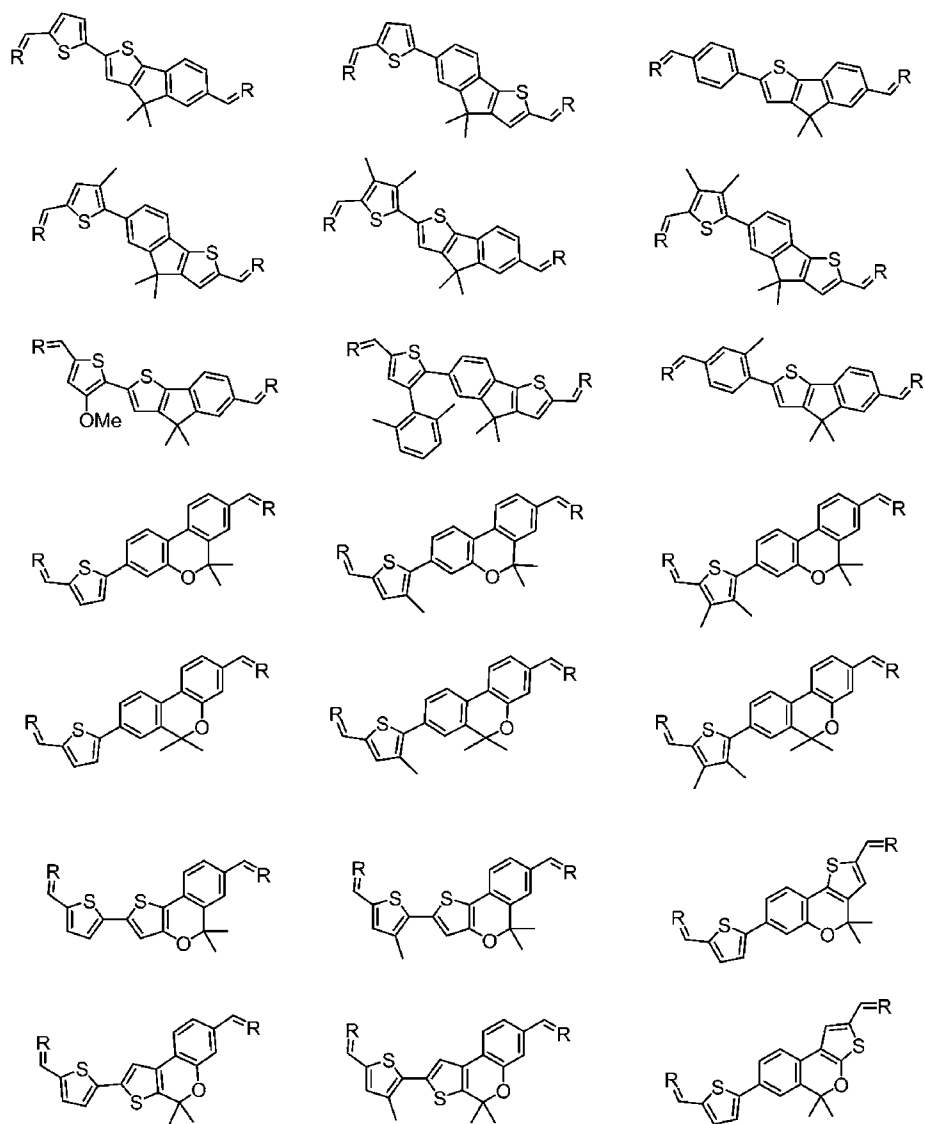
【0092】 [化 10]



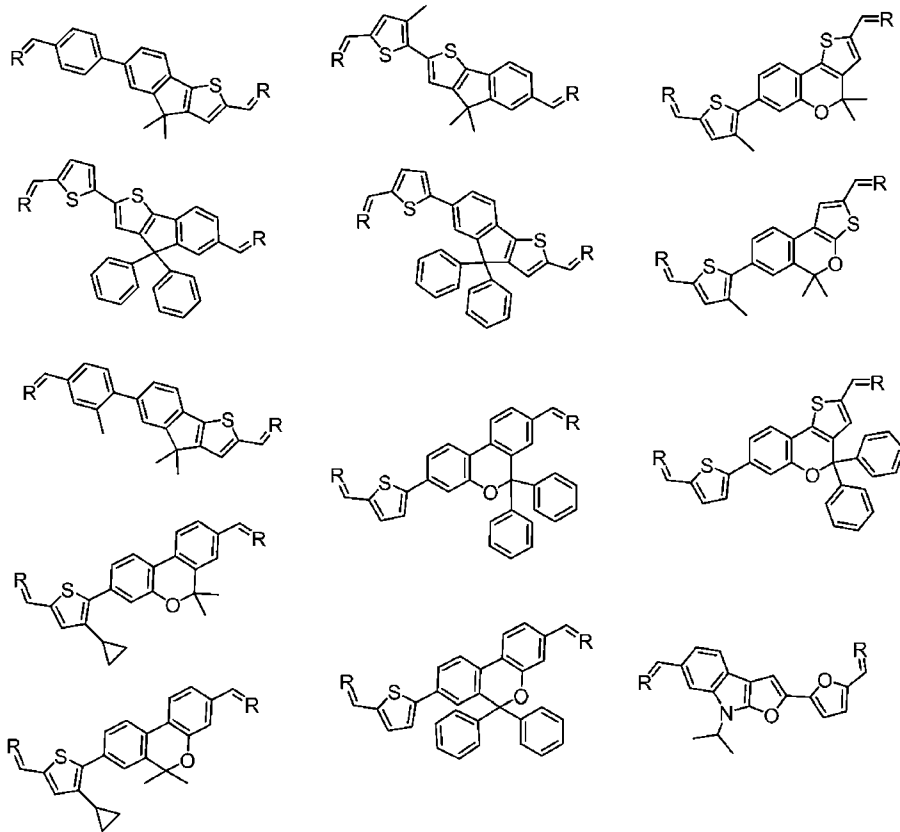
【0093】 [化 11]



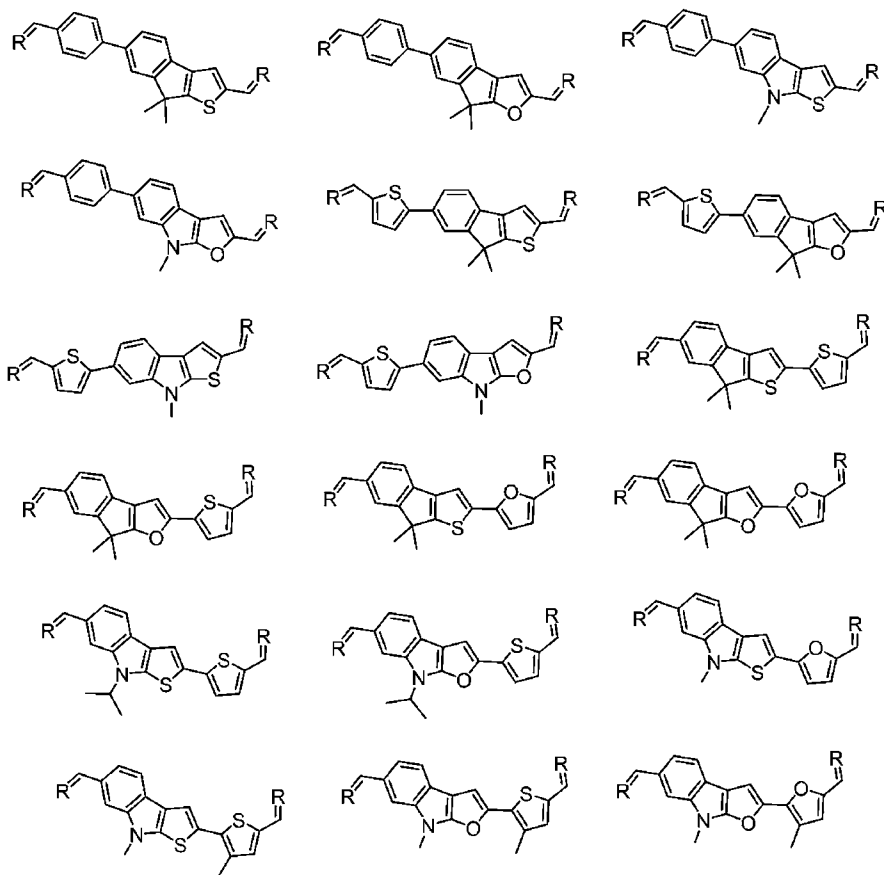
【0094】[化 12]



【0095】 [化 13]



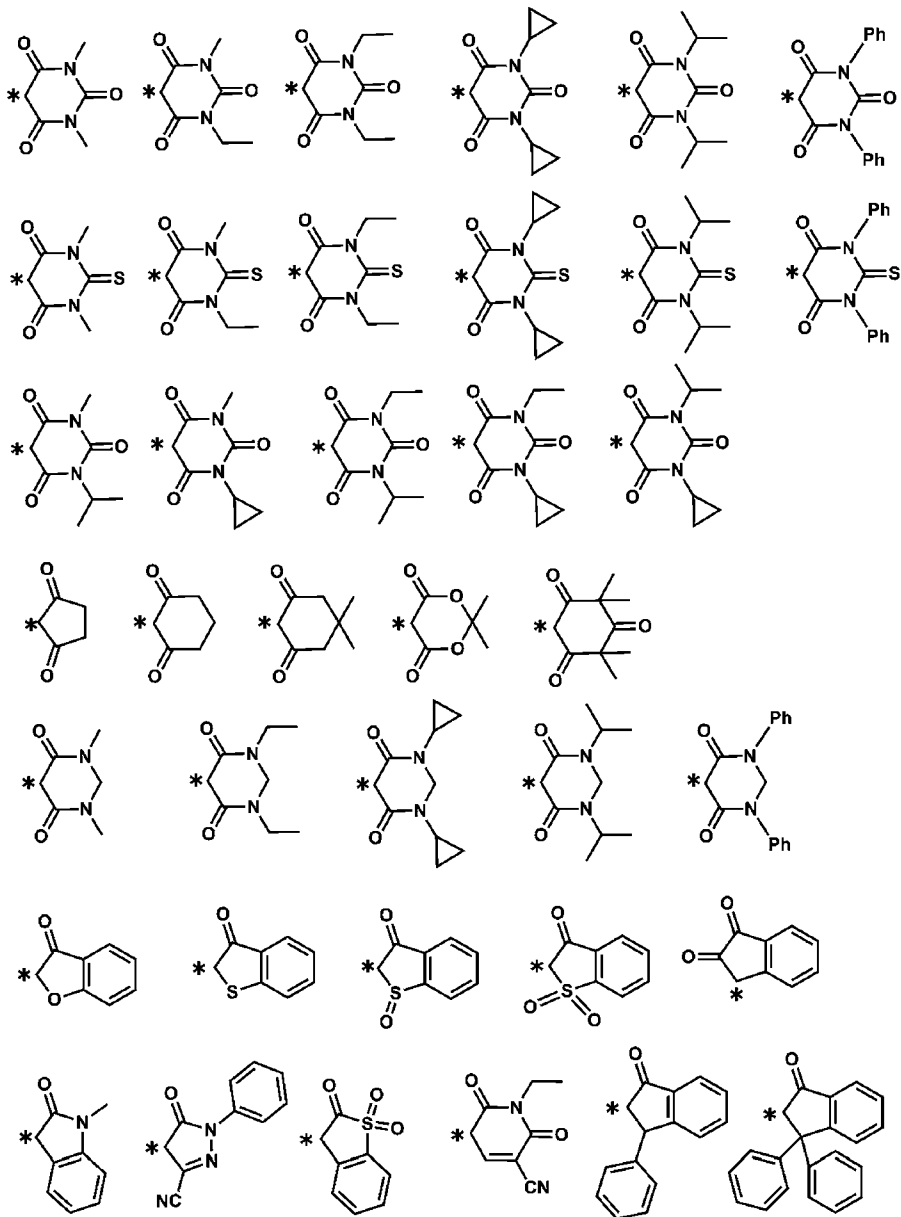
【0096】 [化 14]



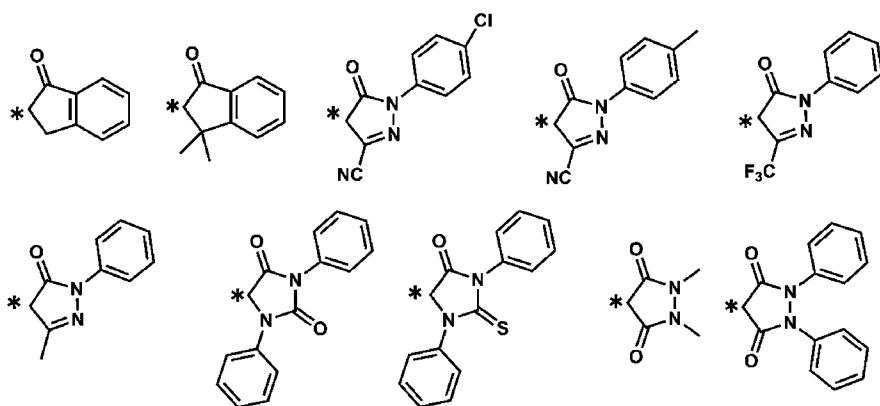
【0097】 上述所例示之特定化合物中的 R 表示以下中的任一個基。

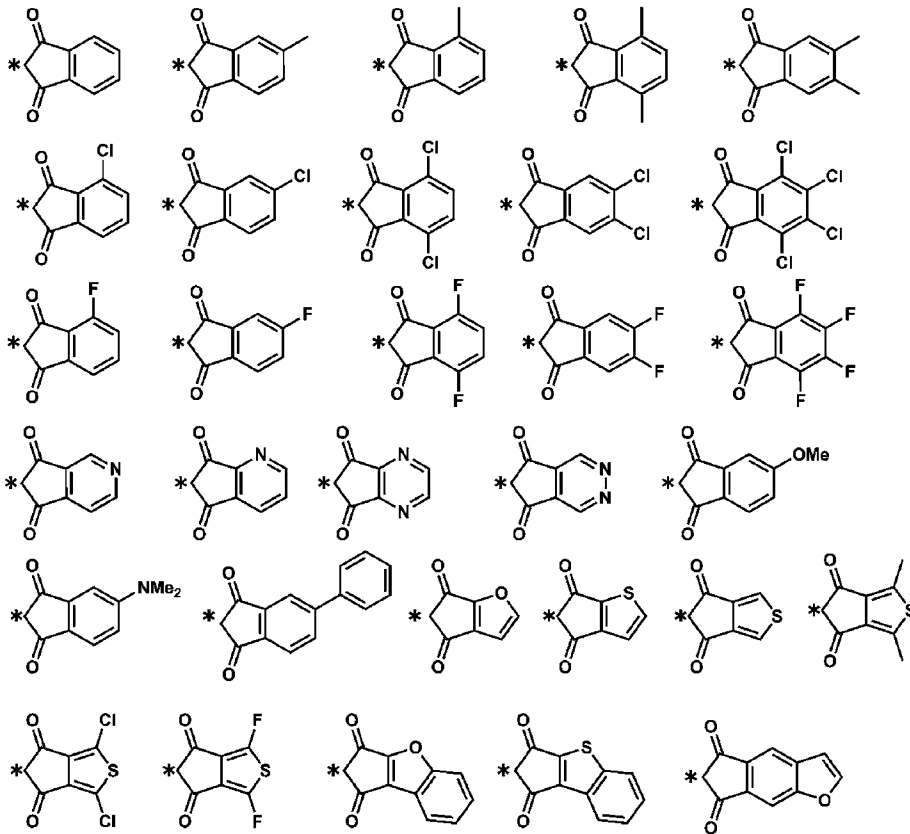
\*表示鍵結位置。

【0098】 [化 15]

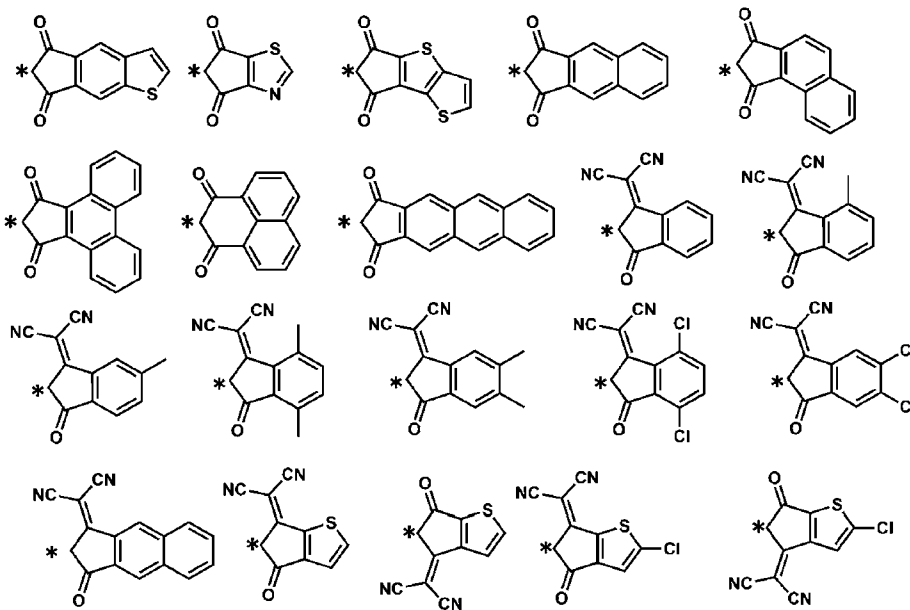


【0099】 [化 16]

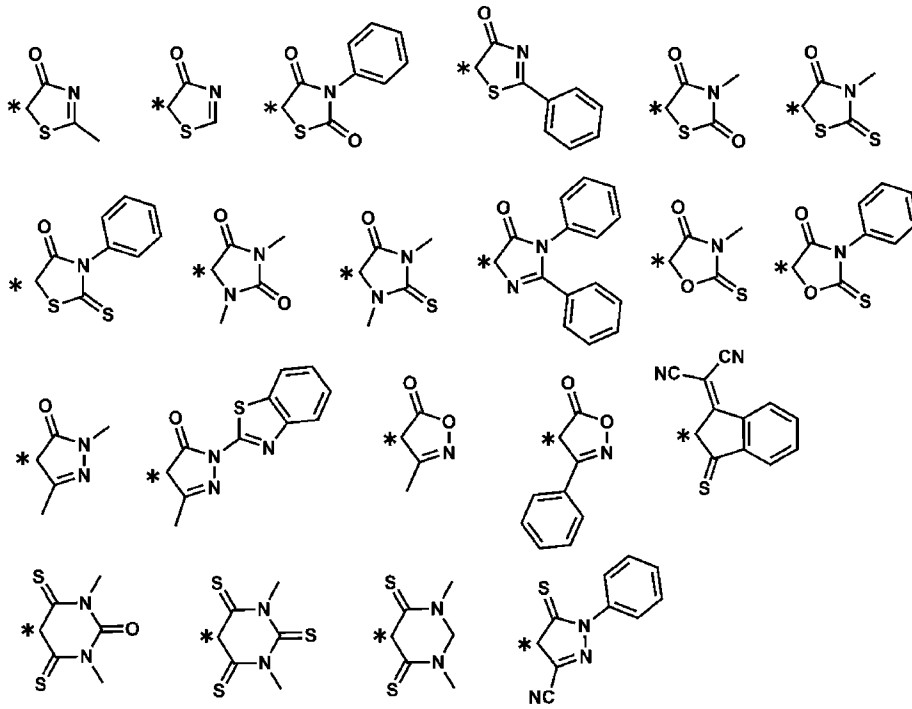




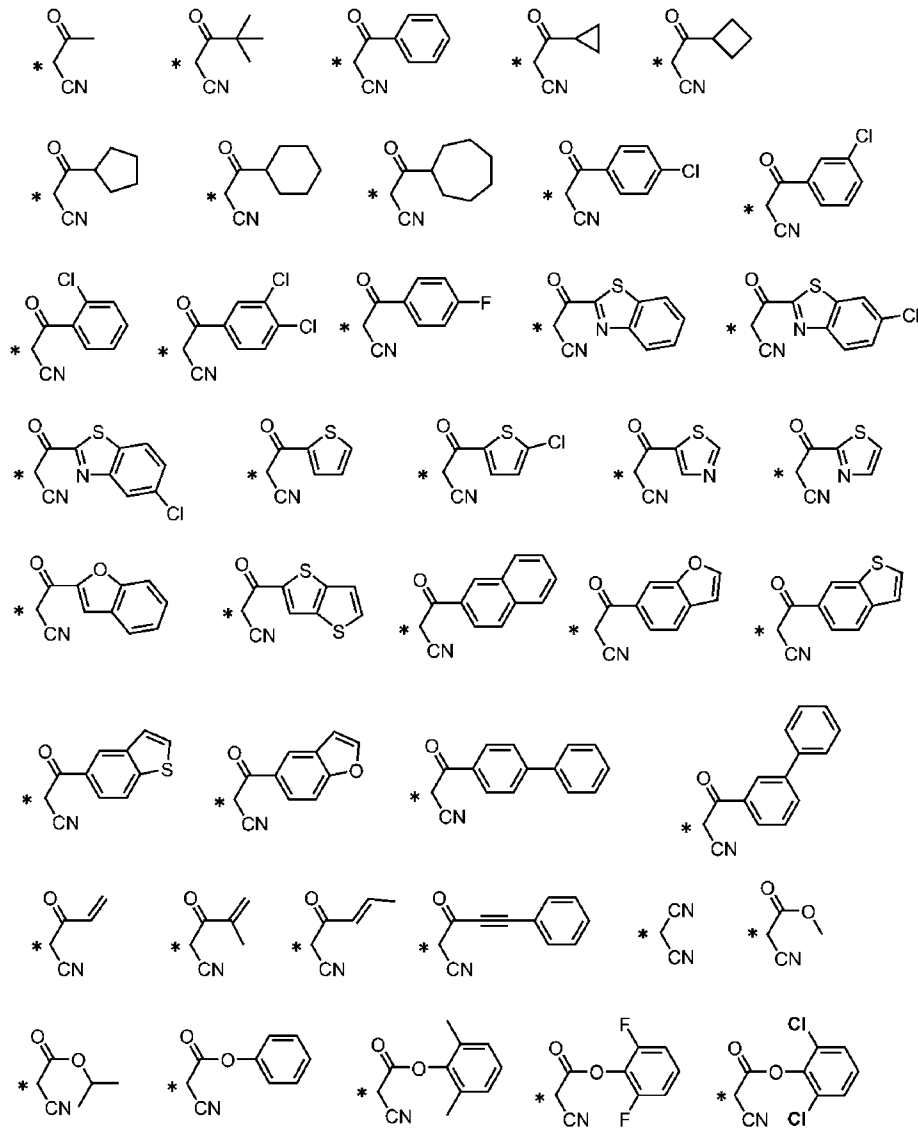
【0100】 [化 17]



【0101】 [化 18]



【0102】 [化 19]



【0103】特定化合物可以依據需要純化。

作為特定化合物的純化方法，例如可以舉出升華純化、使用了矽膠管柱層析法之純化、使用了凝膠滲透層析法之純化、重新打漿清洗、再沉澱純化及使用了活性碳等吸附劑之純化及再結晶純化。

【0104】光電轉換膜中的特定化合物的含量（=特定化合物的藉由單層換算的膜厚/光電轉換膜的膜厚×100）並無特別限定，但是 15～75 體積%為較佳，15～60 體積%為更佳，15～50 體積%為進一步較佳。

特定化合物可以僅使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。在使用 2

種以上之情況下，該等合計量在上述範圍內為較佳。

**【0105】 <n 型有機半導體 >**

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含 n 型有機半導體為較佳。

n 型有機半導體為與上述特定化合物不同之化合物。

n 型有機半導體為受體性有機半導體材料（化合物），並且係指具有容易接受電子的性質之有機化合物。亦即，n 型有機半導體係指在使 2 個有機化合物接觸而使用時電子親和力大的有機化合物。亦即，作為受體性有機半導體，只要為具有電子接受性的有機化合物，則亦能夠使用任一個有機化合物。

作為 n 型有機半導體，例如可以舉出選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類；縮合芳香族碳環化合物(例如，萘衍生物、蔥衍生物、菲衍生物、稠四苯衍生物、芘衍生物、芘衍生物及 1,2-苯并芘衍生物等)；具有選自包括氮原子、氧原子及硫原子之群組中的至少 1 個之 5~7 員環的雜環化合物(例如，吡啶、吡啶、嘧啶、噻吩、三吡啶、喹啉、喹啉、喹啉、酞啶、噻吩、異喹啉、蝶啶、吡啶、啡啶、啡啶、四唑、吡唑、咪唑及噻唑等)；聚伸芳基(polyarylene)化合物；萘化合物；環戊二烯化合物；甲矽烷基化合物；1,4,5,8-萘四羧酸酐；1,4,5,8-萘四羧酸酐醯亞胺衍生物及噁二唑衍生物；蔥醌基二甲烷衍生物；二苯醌(diphenyl quinone)衍生物；浴銅靈(bathocuproine)、紅啡啶(bathophenanthroline)及這樣的衍生物；三唑化合物；二苯乙烯基伸芳基(distyrylarylene)；具有含

氮雜環化合物作為配位體之金屬錯合物；矽雜環戊二烯化合物；3,4,9,10-芘四羧酸二酐；3,4,9,10-芘四羧酸二醯亞胺衍生物；日本特開 2006-100767 號公報的[0056]～[0057]段中所記載的化合物。

**【0106】** 作為 n 型有機半導體（化合物），選自包括富勒烯及其衍生物之群組中的富勒烯類為較佳。

作為富勒烯，例如可以舉出富勒烯 C60、富勒烯 C70、富勒烯 C76、富勒烯 C78、富勒烯 C80、富勒烯 C82、富勒烯 C84、富勒烯 C90、富勒烯 C96、富勒烯 C240、富勒烯 C540 及混合富勒烯。

關於富勒烯衍生物，例如可以舉出取代基附加於上述富勒烯上之化合物。作為上述取代基，烷基、芳基或雜環基為較佳。作為富勒烯衍生物，日本特開 2007-123707 號公報中所記載的化合物為較佳。

**【0107】** n 型有機半導體可以為有機色素。

作為有機色素，例如可以舉出花青色素、苯乙烯色素、半花青色素、部花青色素(包含零次甲基部花青(簡單部花青))、羅丹花青色素、阿羅波拉色素、氧雜菁色素、半氧雜菁色素、方酸菁色素、克酮酸色素、氮雜次甲基色素、香豆素色素、亞芳基色素、蔥醌色素、三苯基甲烷色素、偶氮色素、次甲基偶氮色素、茂金屬色素、萘酮色素、俘精酸酐色素、芘色素、啡啉色素、啡噻啉色素、醌色素、二苯基甲烷色素、多烯色素、吡啶色素、吡啶酮色素、二苯基胺色素、喹啉黃色素、啡噻啉色素、酞芘色素、二噻烷色素、卟啉色素、葉綠素色素、酞青色素、亞酞青色素及金屬錯合物色素。

【0108】n型有機半導體的分子量為200~1,200為較佳，200~900為更佳。

【0109】n型有機半導體的極大吸收波長在波長400nm以下或波長超過500nm且600nm以下的範圍內為較佳。

【0110】光電轉換膜具有在混合特定化合物與n型有機半導體之狀態下形成之本體異質結構為較佳。本體異質結構為在光電轉換膜內混合並分散有特定化合物與n型有機半導體之層。具有本體異質結構之光電轉換膜亦能夠藉由濕式法及乾式法中的任一種方法來形成。再者，關於本體異質結構，在日本特開2005-303266號公報的[0013]~[0014]段中有詳細說明。

【0111】特定化合物與n型有機半導體的電子親和力之差為0.1eV以上為較佳。

【0112】n型有機半導體可以單獨使用1種，亦可以使用2種以上。

在光電轉換膜包含n型有機半導體之情況下，光電轉換膜中的n型有機半導體的含量(n型有機半導體的藉由單層換算的膜厚/光電轉換膜的膜厚×100)為15~75體積%為較佳，20~60體積%為更佳，20~50體積%為進一步較佳。

【0113】在n型有機半導體材料包含富勒烯類之情況下，富勒烯類的含量相對於n型有機半導體材料的合計含量(富勒烯類的藉由單層換算的膜厚/單層換算之各n型有機半導體材料的膜厚的合計×100)為50~100體積%為較佳，80~100體積%為更佳。富勒

烯類可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

【0114】從光電轉換元件的響應速度的觀點考慮，特定化合物的含量相對於特定化合物與 n 型有機半導體的合計含量（特定化合物的藉由單層換算的膜厚/（特定化合物的藉由單層換算的膜厚+n 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚）×100）為 20～80 體積%為較佳，30～80 體積%為更佳。

在光電轉換膜包含 n 型有機半導體及 p 型有機半導體之情況下，特定化合物的含量（特定化合物的藉由單層換算的膜厚/（特定化合物的藉由單層換算的膜厚+n 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚+p 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚）×100）為 15～75 體積%為較佳，20～75 體積%為更佳。

再者，光電轉換膜實質上由特定化合物、n 型有機半導體及依據需要包含之 p 型有機半導體構成為較佳。實質上，特定化合物、n 型有機半導體及 p 型有機半導體的合計含量相對於光電轉換膜的總質量為 90～100 體積%，95～100 體積%為較佳，99～100 體積%為更佳。

#### 【0115】<p 型有機半導體>

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含 p 型有機半導體為較佳。

p 型有機半導體為與上述特定化合物不同之化合物。

p 型有機半導體為供體性有機半導體材料（化合物），並且係指具有容易提供電子的性質之有機化合物。亦即，p 型有機半導體

係指在使 2 個有機化合物接觸而使用時游離電位小的有機化合物。

p 型有機半導體可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

【0116】作為 p 型有機半導體，例如可以舉出三芳基胺化合物（例如，N,N'-雙(3-甲基苯基)-(1,1'-聯苯基)-4,4'-二胺 (TPD)、4,4'-雙[N-(萘基)-N-苯基-胺基]聯苯基 ( $\alpha$ -NPD)、日本特開 2011-228614 號公報的[0128]~[0148]段中所記載的化合物、日本特開 2011-176259 號公報的[0052]~[0063]段中所記載的化合物、日本特開 2011-225544 號公報的[0119]~[0158]段中所記載的化合物、日本特開 2015-153910 號公報的[0044]~[0051]段中所記載的化合物及日本特開 2012-094660 號公報的[0086]~[0090]段中所記載的化合物等)、吡啶啞化合物、苯乙炔胺化合物、腈化合物、聚矽烷化合物、噻吩化合物（例如，噻吩并噻吩衍生物、二苯并噻吩衍生物、苯并二噻吩衍生物、二噻吩并噻吩衍生物、[1]苯并噻吩并[3,2-b]噻吩 (BTBT) 衍生物、噻吩并[3,2-f:4,5-f']雙[1]苯并噻吩 (TBBT) 衍生物、日本特開 2018-014474 號的[0031]~[0036]段中所記載的化合物、WO2016/194630 號的[0043]~[0045]段中所記載的化合物、WO2017/159684 號的[0025]~[0037]段、[0099]~[0109]段中所記載的化合物、日本特開 2017-076766 號公報的[0029]~[0034]段中所記載的化合物、WO2018/207722 的[0015]~[0025]段中所記載的化合物、日本特開 2019-054228 的[0045]~[0053]段中所記載的化合物、WO2019/058995 的[0045]~[0055]段中所記載的化合物、WO2019/081416 的[0063]~[0089]段中所記載的化合物、日本特開

2019-80052 的 [0033] ~ [0036] 段中所記載的化合物、WO2019/054125 的 [0044] ~ [0054] 段中所記載的化合物、WO2019/093188 的 [0041] ~ [0046] 段中所記載的化合物等)、日本特開 2019-050398 號公報的 [0034] ~ [0037] 段的化合物、日本特開 2018-206878 號公報的 [0033] ~ [0036] 段的化合物、日本特開 2018-190755 號公報的 [0038] 段的化合物、日本特開 2018-026559 號公報的 [0019] ~ [0021] 段的化合物、日本特開 2018-170487 號公報的 [0031] ~ [0056] 段的化合物、日本特開 2018-078270 號公報的 [0036] ~ [0041] 段的化合物、日本特開 2018-166200 號公報的 [0055] ~ [0082] 段的化合物、日本特開 2018-113425 號公報的 [0041] ~ [0050] 段的化合物、日本特開 2018-085430 號公報的 [0044] ~ [0048] 段的化合物、日本特開 2018-056546 號公報的 [0041] ~ [0045] 段的化合物、日本特開 2018-046267 號公報的 [0042] ~ [0049] 段的化合物、日本特開 2018-014474 號公報的 [0031] ~ [0036] 段的化合物、WO2018/016465 號的 [0036] ~ [0046] 段中所記載的化合物、日本特開 2020-010024 號公報的 [0045] ~ [0048] 段的化合物等)、花青化合物、氧雜菁化合物、多胺化合物、吡啶化合物、吡咯化合物、吡嗪化合物、聚伸芳基化合物、縮合芳香族碳環化合物(例如, 萘衍生物、蔥衍生物、菲衍生物、稠四苯衍生物、稠五苯衍生物、芘衍生物、芘衍生物及 1,2-苯并芴衍生物等)、卟啉化合物、酞青化合物、三唑化合物、嘔二唑化合物、咪唑化合物、聚芳基烷烴化合物、吡啶琳桐化合物、胺基取代查耳酮化合物、嘔唑化合物、萘醌化合物、

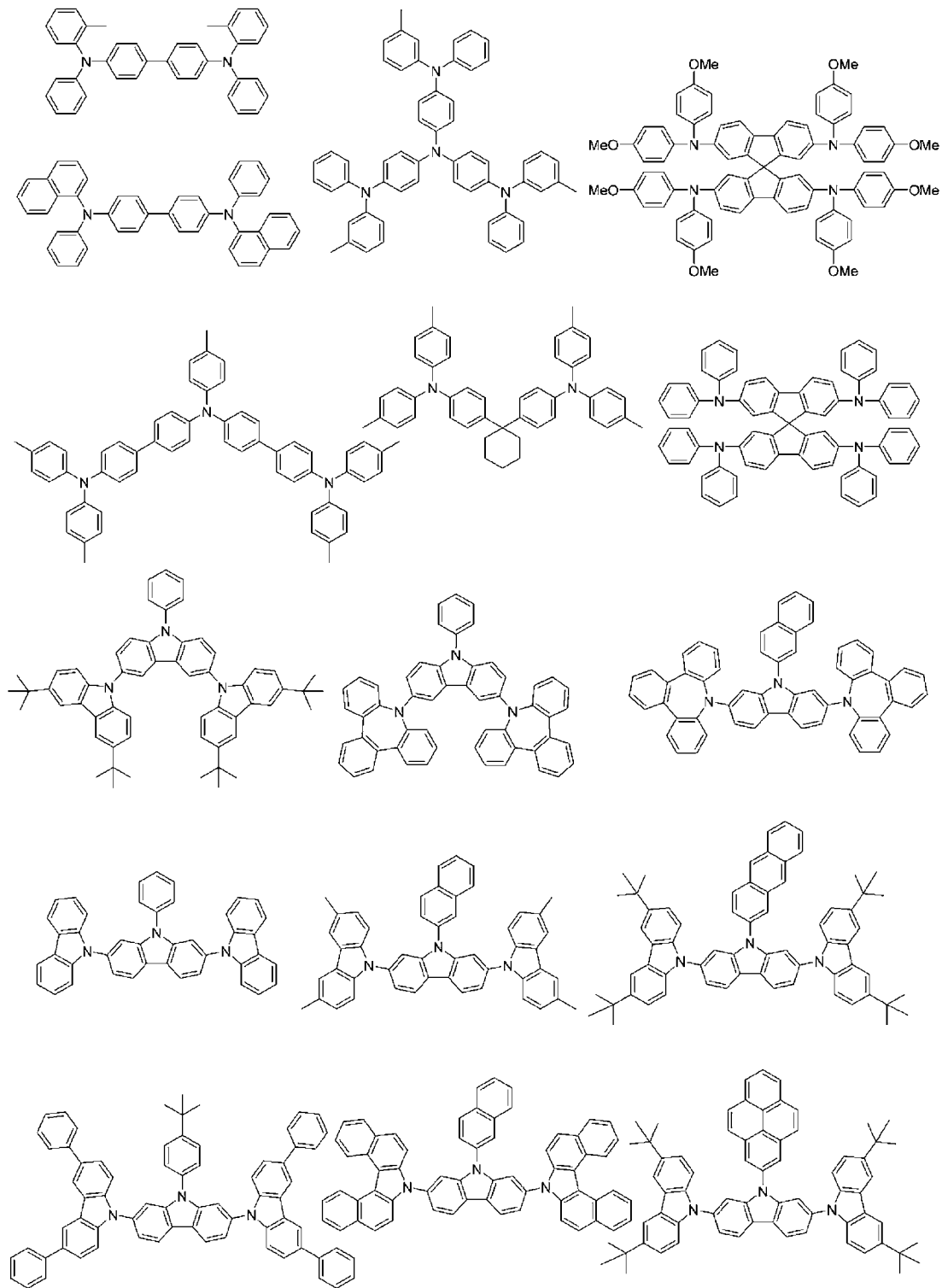
矽氮烷化合物以及具有含氮雜環化合物作為配位體之金屬錯合物。

又，亦能夠使用日本特開 2022-123944 號公報、日本特開 2022-122839 號公報、日本特開 2022-120323 號公報、日本特開 2022-120273 號公報、日本特開 2022-115832 號公報、日本特開 2022-108268 號公報、日本特開 2022-100258 號公報、日本特開 2022-181226 號公報、日本特開 2023-005703 號公報、日本特開 2022-027575 號公報及日本特開 2021-163968 號公報中所記載的化合物（含氮雜環化合物）。

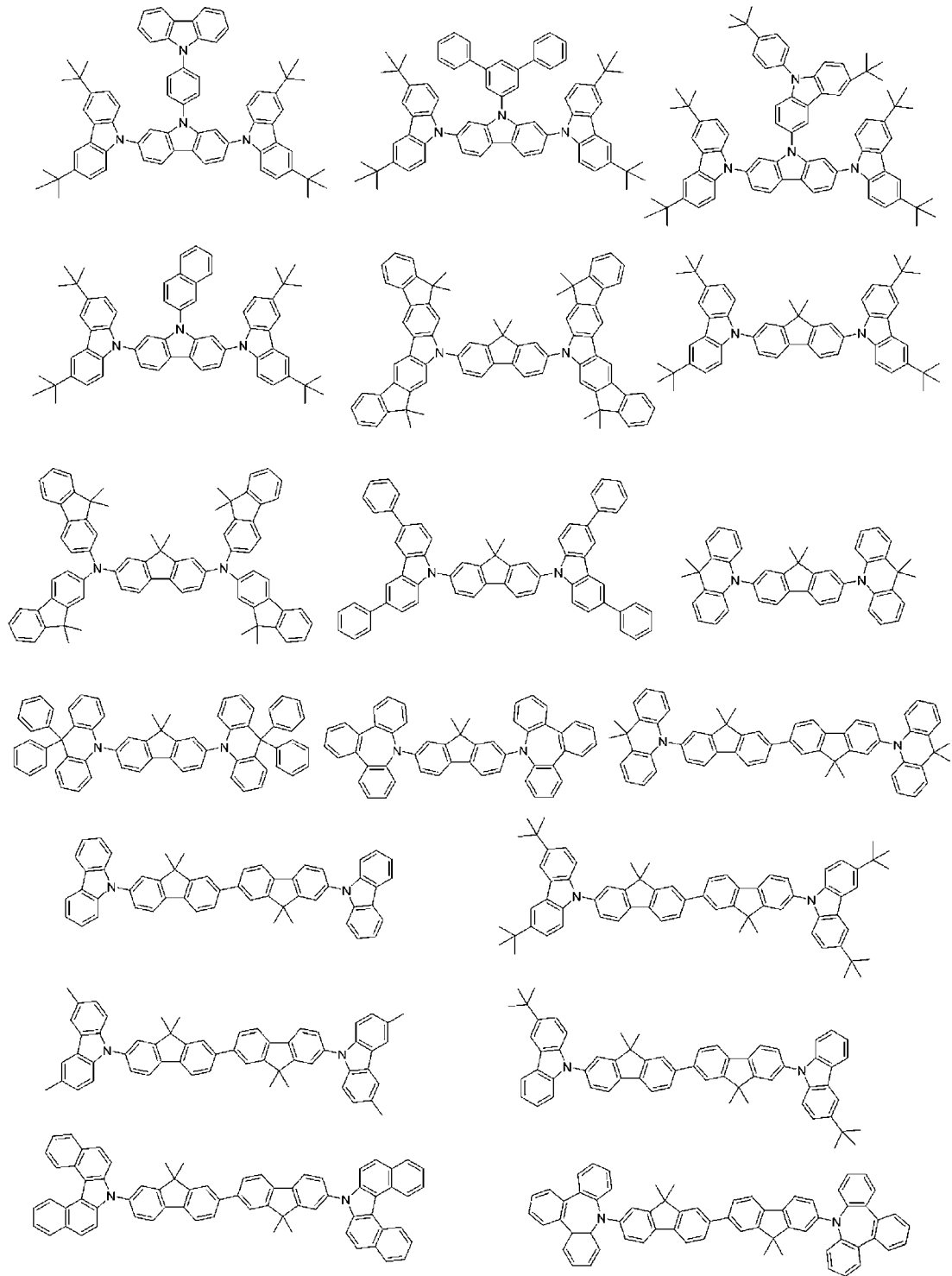
作為 p 型有機半導體，例如亦可以舉出游離電位小於 n 型有機半導體的化合物，只要滿足該條件，則能夠使用作為 n 型有機半導體例示之有機色素。

以下例示能夠用作 p 型有機半導體化合物之化合物。

**【0117】** [化 20]

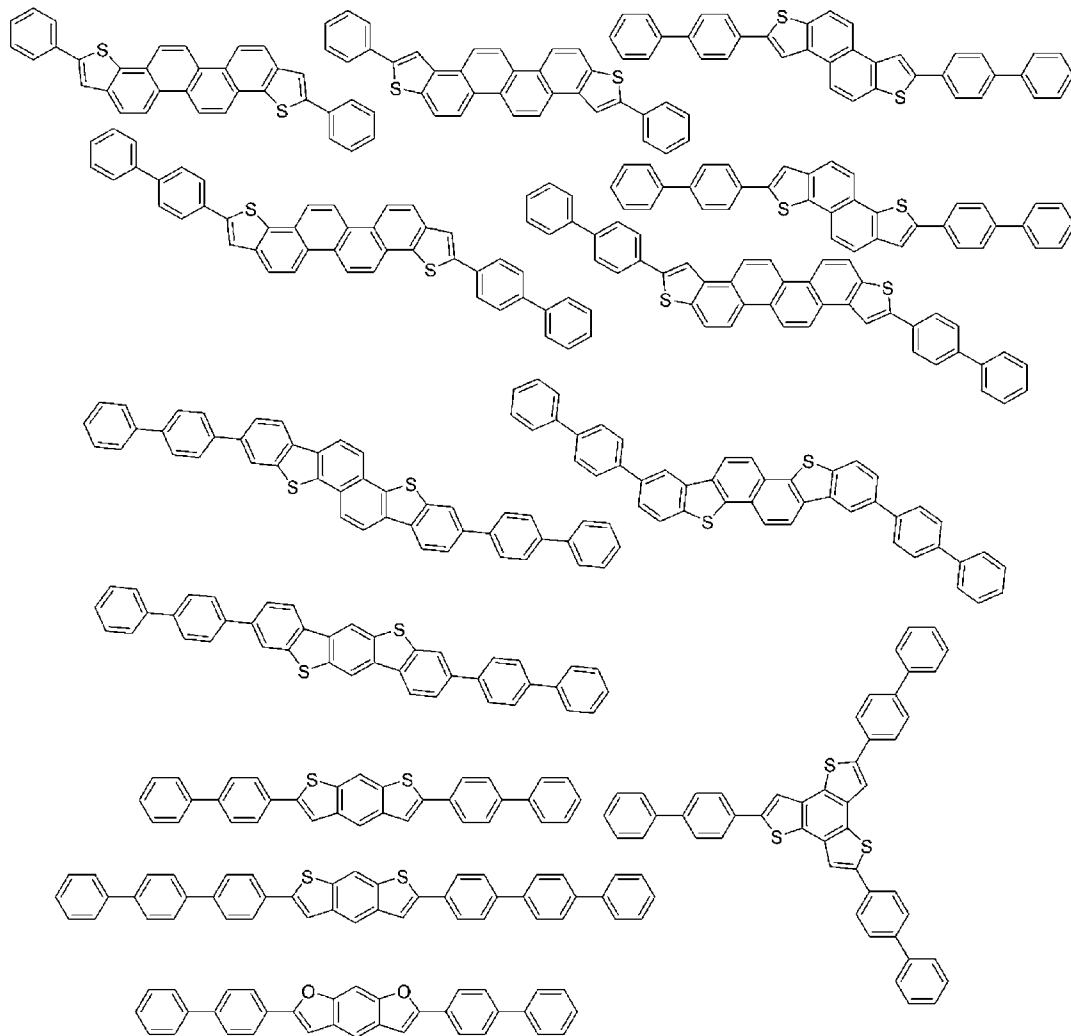


【0118】 [化 21]



【0119】 [化 22]





【0121】特定化合物與 p 型有機半導體的游離電位之差為 0.1eV 以上為較佳。

【0122】p 型有機半導體材料可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

在光電轉換膜包含 p 型有機半導體之情況下，光電轉換膜中的 p 型有機半導體的含量(p 型有機半導體的藉由單層換算的膜厚/光電轉換膜的膜厚×100)為 15~75 體積%為較佳，20~60 體積%為更佳，20~50 體積%為進一步較佳。

【0123】包含特定化合物之光電轉換膜為非發光性膜，並且具有與有機電致發光元件(OLED: Organic Light Emitting Diode)不同

之特徵。非發光性膜係指發光量子效率為 1% 以下的膜，發光量子效率為 0.5% 以下為較佳，0.1% 以下為更佳。下限為 0% 以上的情況較多。

#### 【0124】<色素>

光電轉換膜除了上述特定化合物以外還包含色素為較佳。

色素為與上述特定化合物不同之化合物。

作為色素，有機色素為較佳。

作為有機色素，例如可以舉出花青色素、苯乙烯色素、半花青色素、部花青色素（包含零次甲基部花青（簡單部花青））、羅丹花青色素、阿羅波拉色素、氧雜菁色素、半氧雜菁色素、方酸菁色素、克酮酸色素、氮雜次甲基色素、香豆素色素、亞芳基色素、蔥醌色素、三苯基甲烷色素、偶氮色素、次甲基偶氮色素、茂金屬色素、蒽醌色素、俘精酸酐色素、茈色素、啡咩色素、啡噻咩色素、醌色素、二苯基甲烷色素、多烯色素、吡啶色素、吡啶酮色素、二苯基胺色素、喹啉黃色素、啡啉色素、酞茈色素、二呔烷色素、卟啉色素、葉綠素色素、酞青色素、亞酞青色素及金屬錯合物色素；WO2020/013246、WO2022/168856、日本特開 2023-010305 號公報及日本特開 2023-010299 號公報中所記載的咪唑并喹啉色素、2 個酸性核與供體鍵結而成之受體-供體-受體型的色素（ADA 型色素）及 2 個供體與受體鍵結而成之供體-受體-供體型的色素（DAD 型色素）；等。作為有機色素，其中，從後述極大吸收波長等觀點考慮，花青色素、咪唑并喹啉色素或 ADA 型色素為較佳。

【0125】色素的極大吸收波長在可見光區域內為較佳，在波長 400～650nm 內為更佳，在波長 450～650nm 內為進一步較佳。

【0126】色素可以單獨使用 1 種，亦可以使用 2 種以上。

光電轉換膜中之色素的含量相對於特定化合物與色素的合計含量（=（色素的藉由單層換算的膜厚/（特定化合物的藉由單層換算的膜厚+色素的藉由單層換算的膜厚）×100））為 15～75 體積%為較佳，15～60 體積%為更佳，15～50 體積%為進一步較佳。

【0127】〈成膜方法〉

作為上述光電轉換膜的成膜方法，例如可以舉出乾式成膜法。

作為乾式成膜法，例如可以舉出蒸鍍法（尤其，真空蒸鍍法）、濺射法、離子鍍法及 MBE（Molecular Beam Epitaxy：分子束磊晶）法等物理氣相沉積法以及電漿聚合等 CVD（Chemical Vapor Deposition：化學氣相沉積）法，真空蒸鍍法為較佳。在藉由真空蒸鍍法形成光電轉換膜之情況下，真空度及蒸鍍溫度等製造條件能夠按照常規方法來設定。

【0128】光電轉換膜的膜厚為 10～1000nm 為較佳，50～800nm 為更佳，50～500nm 為進一步較佳。

【0129】〔電極〕

光電轉換元件具有電極為較佳。

電極（上部電極（透明導電性膜）15 和下部電極（導電性膜）11）由導電性材料構成。作為導電性材料，可以舉出金屬、合金、金屬氧化物、導電性化合物及它們的混合物。

由於光從上部電極 15 入射，因此上部電極 15 對欲檢測之光透明為較佳。作為構成上部電極 15 之材料，例如可以舉出將銻或氟等摻雜而獲得之氧化錫(ATO: Antimony Tin Oxide(氧化錫銻)、FTO: Fluorine doped Tin Oxide(摻氟氧化錫))、氧化錫、氧化鋅、氧化銦、氧化銦錫(ITO: Indium Tin Oxide)及氧化鋅銦(IZO: Indium zinc oxide)等導電性金屬氧化物；金、銀、鉻及鎳等金屬薄膜；該等金屬與導電性金屬氧化物的混合物或積層物；聚苯胺、聚噻吩及聚吡咯等有機導電性材料；以及碳奈米管及石墨烯等奈米碳材料；等，從高導電性及透明性的觀點考慮，導電性金屬氧化物為較佳。

【0130】通常，若使導電性膜比某一範圍更薄，則電阻值急劇增加之情況較多。在組裝有本實施形態之光電轉換元件之固體攝像元件中，片電阻可以為  $100 \sim 10000 \Omega/\square$ ，能夠薄膜化之膜厚範圍內的自由度大。

又，上部電極(透明導電性膜)15的膜厚越薄，所吸收之光的量越少，通常透光率增加。透光率的增加使得光電轉換膜中的光吸收增大，從而使光電轉換能增大，因此為較佳。若考慮薄膜化所伴隨之漏電流的抑制、薄膜的電阻值的增大及透射率的增加，則上部電極15的厚度為  $5 \sim 100 \text{nm}$  為較佳， $5 \sim 20 \text{nm}$  為更佳。

【0131】下部電極11依據用途存在具有透明性之情況和相反地不具有透明性而使光反射之情況。作為構成下部電極11之材料，例如可以舉出摻雜有銻或氟等之氧化錫(ATO、FTO)、氧化錫、氧

化鋅、氧化銦、氧化銦錫（ITO）及氧化銦鋅（IZO）等導電性金屬氧化物；金、銀、鉻、鎳、鈦、鎢及鋁等金屬；該等金屬的氧化物或氮化物等導電性化合物（例如，氮化鈦（TiN）等）；該等金屬與導電性金屬氧化物的混合物或積層物；聚苯胺、聚噻吩及聚吡咯等有機導電性材料；碳奈米管及石墨烯等碳材料。

【0132】作為形成電極之方法，能夠依據電極材料適當選擇。具體而言，可以舉出印刷方式及塗層方式等濕式方式；真空蒸鍍法、濺射法及離子鍍法等物理方式；以及 CVD 及電漿 CVD 法等化學方式。

在電極材料為 ITO 之情況下，可以舉出電子束法、濺射法、電阻加熱蒸鍍法、化學反應法（溶膠-凝膠法等）及氧化銦錫的分散物的塗布等方法。

【0133】〔電荷阻擋膜：電子阻擋膜、電洞阻擋膜〕

光電轉換元件在導電性膜與透明導電性膜之間，除了光電轉換膜以外還具有 1 種以上的中間層為較佳。

作為上述中間層，例如可以舉出電荷阻擋膜。在光電轉換元件具有該膜之情況下，所獲得之光電轉換元件的特性（量子效率及響應速度等）更優異。作為電荷阻擋膜，例如可以舉出電子阻擋膜和電洞阻擋膜。

【0134】〔電子阻擋膜〕

電子阻擋膜為供體性有機半導體材料（化合物），能夠使用上述 p 型有機半導體。

又，作為電子阻擋膜，亦能夠使用高分子材料。

作為高分子材料，例如可以舉出伸苯伸乙烯、萘、咪唑、吡啶、吡咯、甲基吡啶、噻吩、乙炔及聯乙炔等聚合物以及其衍生物。

【0135】再者，電子阻擋膜可以由複數個膜構成。

電子阻擋膜可以由無機材料構成。通常，由於無機材料的介電常數大於有機材料，因此在將無機材料用於電子阻擋膜之情況下，光電轉換膜會被施加較多的電壓，從而量子效率變高。作為能夠成為電子阻擋膜之無機材料，例如可以舉出氧化鈣、氧化鉻、氧化鉻銅、氧化錳、氧化鈷、氧化鎳、氧化銅、氧化鎵銅、氧化鋁銅、氧化鋯、氧化鋁、氧化銻銅、氧化銻銀及氧化銻。

【0136】〔電洞阻擋膜〕

電洞阻擋膜為受體性有機半導體材料（化合物），並且能夠利用上述 n 型有機半導體。

再者，電洞阻擋膜可以由複數個膜構成。

【0137】作為電荷阻擋膜的製造方法，例如可以舉出乾式成膜法及濕式成膜法。作為乾式成膜法，例如可以舉出蒸鍍法及濺射法。蒸鍍法可以為物理蒸鍍（PVD：Physical Vapor Deposition（物理氣相沉積））法及化學蒸鍍（CVD）法中的任一種，真空蒸鍍法等物理蒸鍍法為較佳。作為濕式成膜法，例如可以舉出噴墨法、噴霧法、噴嘴印刷法、旋塗法、浸塗法、澆鑄法、模塗法、輥塗法、棒塗法及凹版塗布法，從高精度圖案化的觀點考慮，噴墨法為較佳。

【0138】電荷阻擋膜（電子阻擋膜及電洞阻擋膜）的膜厚分別為 3

～200nm 為較佳，5～100nm 為更佳，5～30nm 為進一步較佳。

#### 【0139】〔基板〕

光電轉換元件可以進一步具有基板。

作為基板，例如可以舉出半導體基板、玻璃基板及塑膠基板。

再者，基板的位置通常在基板上依序積層導電性膜、光電轉換膜及透明導電性膜。

#### 【0140】〔密封層〕

光電轉換元件可以進一步具有密封層。

有時光電轉換材料因水分子等劣化因子的存在而導致其性能明顯劣化。因此，用不使水分子滲透之緻密的金屬氧化物、金屬氮化物或金屬氮氧化物等陶瓷或鑽石狀碳（DLC：Diamond-like Carbon（類鑽石碳））等密封層將光電轉換膜整體被覆並密封，從而能夠防止上述劣化。

再者，作為密封層，例如可以舉出日本特開 2011-082508 號公報的[0210]～[0215]段的記載，該等內容被編入本說明書中。

#### 【0141】〔攝像元件〕

作為光電轉換元件的用途，例如可以舉出攝像元件。

攝像元件為將圖像的光資訊轉換為電訊號之元件，通常係指複數個光電轉換元件以相同平面狀配置於矩陣上，在各光電轉換元件（像素）中能夠將光訊號轉換成電訊號，並將其電訊號按每個像素逐次輸出至攝像元件外者。因此，每個像素由 1 個以上的光電轉換元件及 1 個以上的電晶體構成。

**【0142】 [光感測器]**

作為光電轉換元件的其他用途，例如可以舉出光電池及光感測器，本發明的光電轉換元件用作光感測器為較佳。作為光感測器，可以單獨使用上述光電轉換元件，亦可以用作將上述光電轉換元件配置成直線狀之線感測器或配置於平面上之二維感測器。

**【0143】 [化合物]**

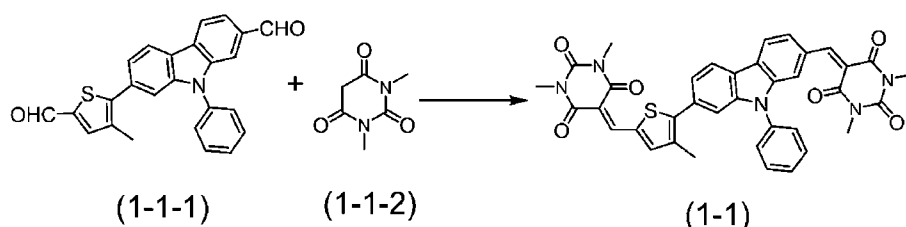
本發明亦包含化合物的發明。本發明的化合物為上述特定化合物。

**[實施例]**

**【0144】** 以下，依據實施例對本發明進行更詳細的說明。示於以下實施例中。材料、使用量、比例、處理內容及處理步驟等只要不脫離本發明的主旨，則能夠適當變更。因此，本發明的範圍示於以下中。不應被實施例做限定性地解釋。

**【0145】 [化合物（評價化合物）]**

[化合物（1-1）的合成方法]

**【0146】 [化 24]**

**【0147】** 向玻璃製反應容器中取化合物（1-1-1）（2.0mmol）、化合物（1-1-2）（5.0mmol）、甲苯（60mL）及吡啶（0.4mmol），並在氮氣環境下，在 100℃ 下反應 2 小時。過濾所析出之固體，用四氫呋

喃 (THF)、N,N-二甲基乙醯胺 (DMAc) 及四氫呋喃 (THF) 依序清洗所獲得之固體之後，進行升華純化，從而獲得了 0.90mmol 的化合物 (1-1) (產率 45%)。化合物 (1-1) 的結構用 LDI-MS 進行了確認。

LDI-MS (化合物 (1-1)) : 671 (M<sup>+</sup>)

**【0148】** [化合物 (評價化合物)]

參照上述合成方法還合成了其他特定化合物。

以下示出試驗中所使用之特定化合物和比較用化合物。

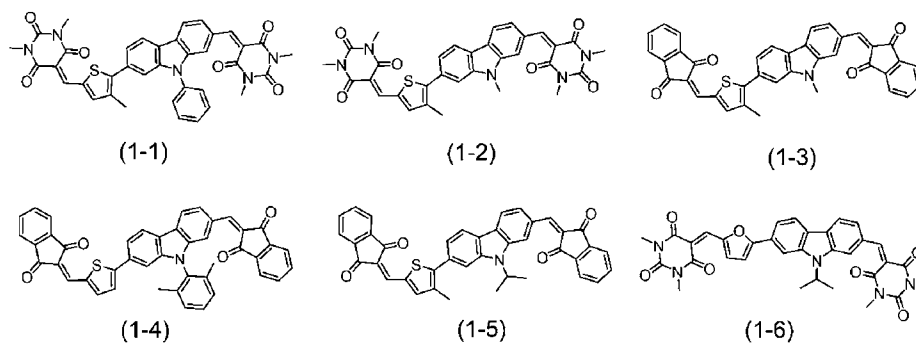
在以下，化合物 (1-1) ~ (1-6)、化合物 (2-1) ~ (2-21)、化合物 (3-1) ~ (3-3)、化合物 (4-1) ~ (4-10)、化合物 (5-1) ~ (5-2) 及化合物 (6-1) ~ (6-2) 為特定化合物。

以下，將特定化合物和比較用化合物亦統稱為評價化合物。

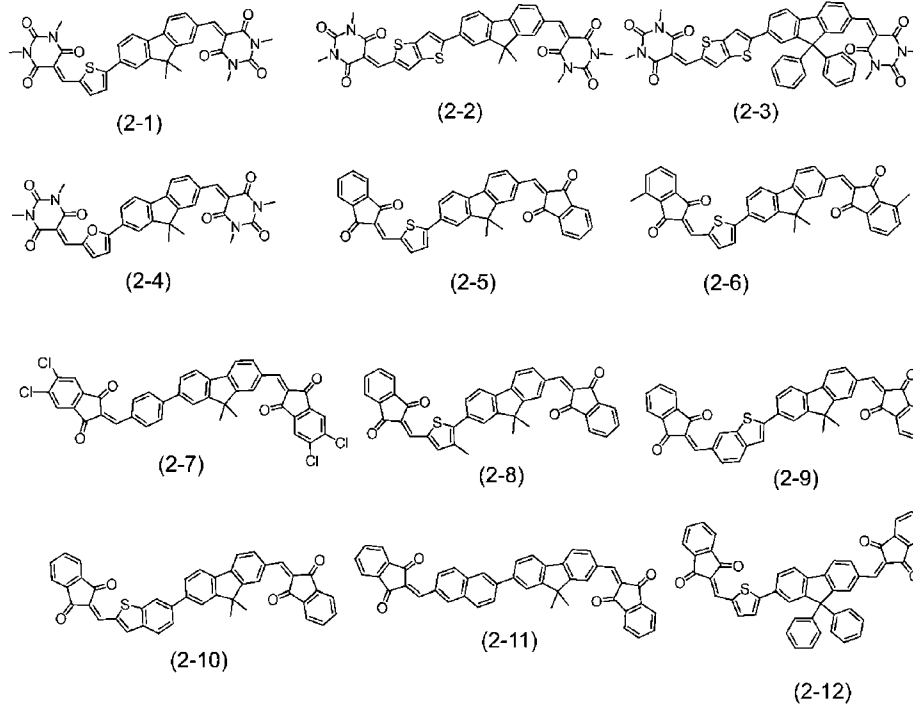
將評價化合物用於後述光電轉換元件的製作中。

**【0149】** <特定化合物>

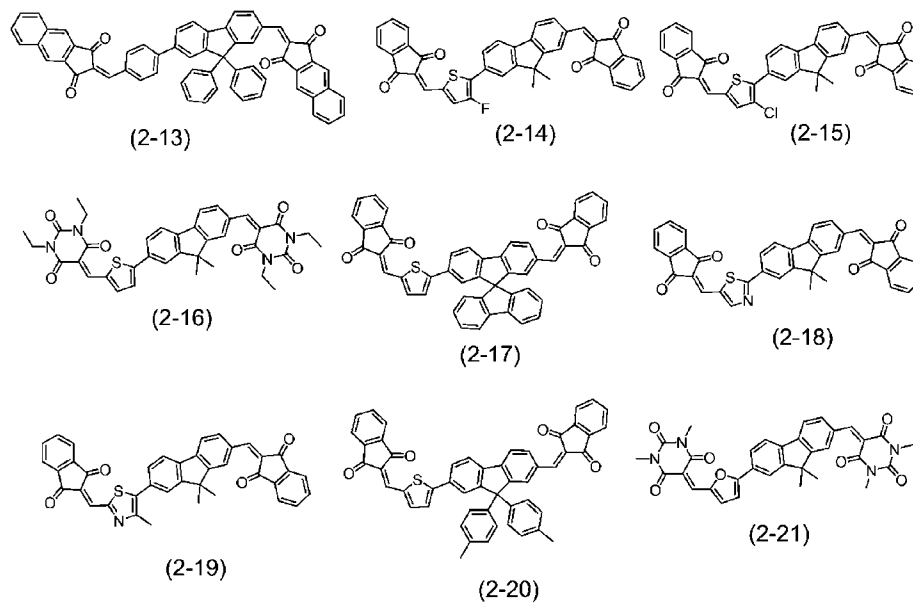
**【0150】** [化 25]



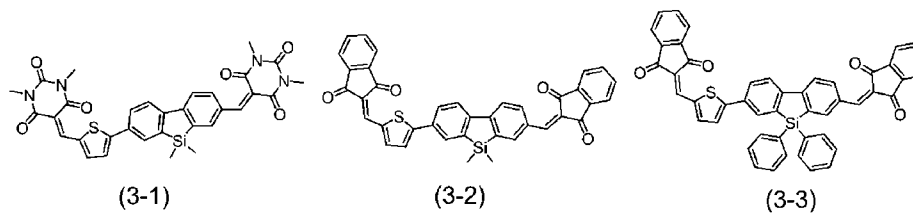
**【0151】** [化 26]



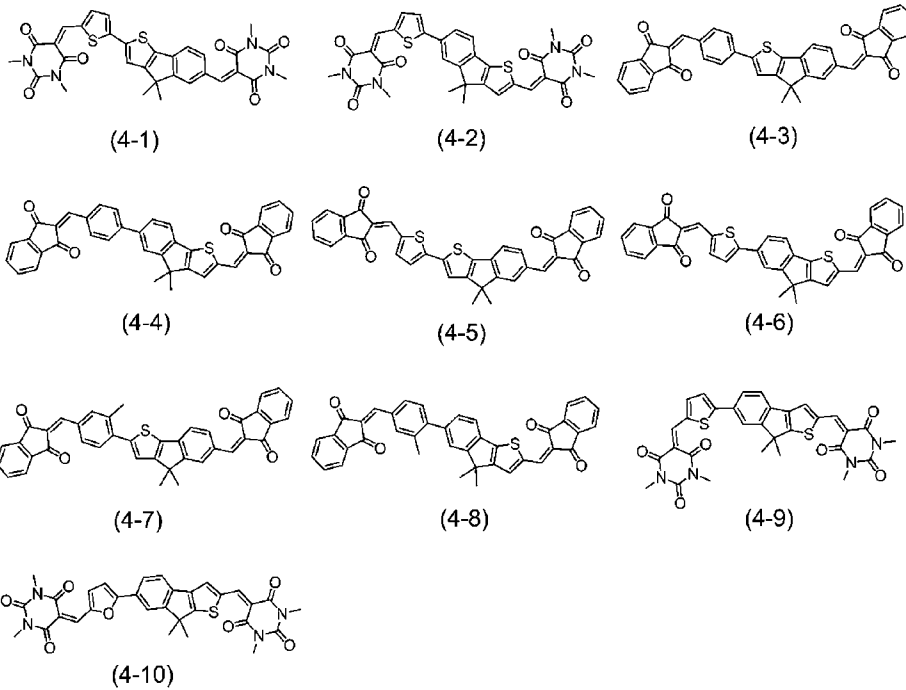
【0152】 [化 27]



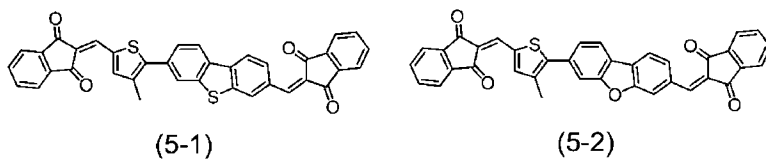
【0153】 [化 28]



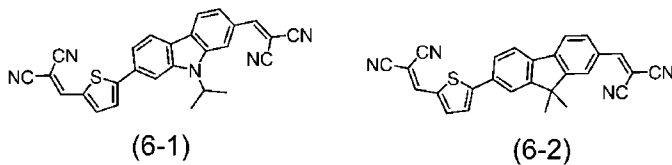
【0154】 [化 29]



## 【0155】 [化 30]

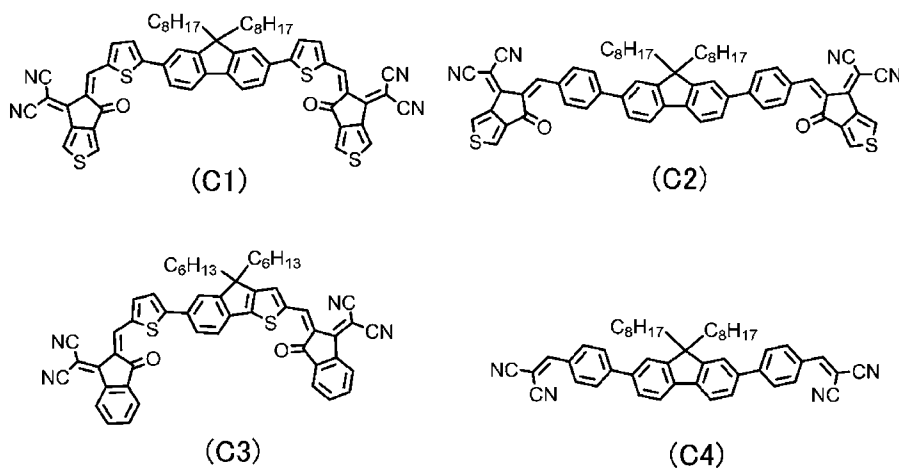


## 【0156】 [化 31]



## 【0157】 &lt;比較化合物&gt;

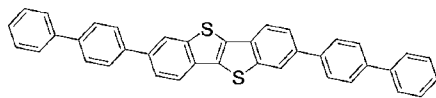
## 【0158】 [化 32]



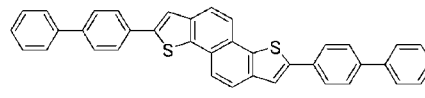
## 【0159】 [p 型有機半導體]

將下述所示之 p 型有機半導體作為評價中所使用之 p 型有機半導體用於後述光電轉換元件的製作中。

## 【0160】 [化 33]



D-1



D-2

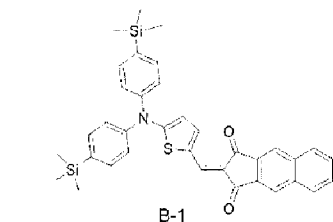
## 【0161】 [n 型有機半導體]

將富勒烯 C<sub>60</sub>（在後段的表中亦有時表述為“C60”。）作為評價中所使用之 n 型有機半導體用於後述光電轉換元件的製作中。

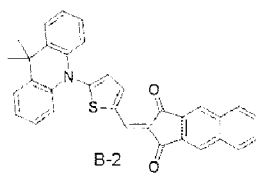
## 【0162】 [色素]

又，在後述試驗 Y 中，將下述所示之色素用作評價中所使用之色素。

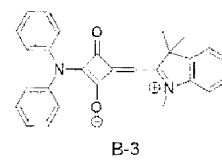
## 【0163】 [化 34]



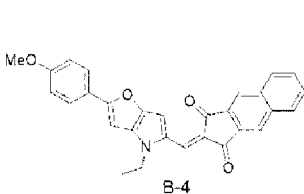
B-1



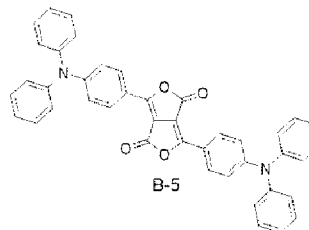
B-2



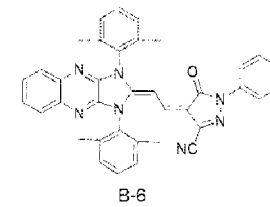
B-3



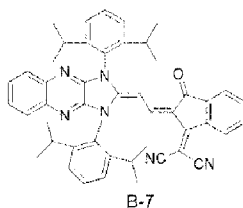
B-4



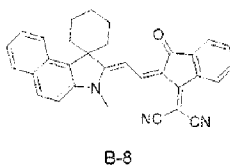
B-5



B-6

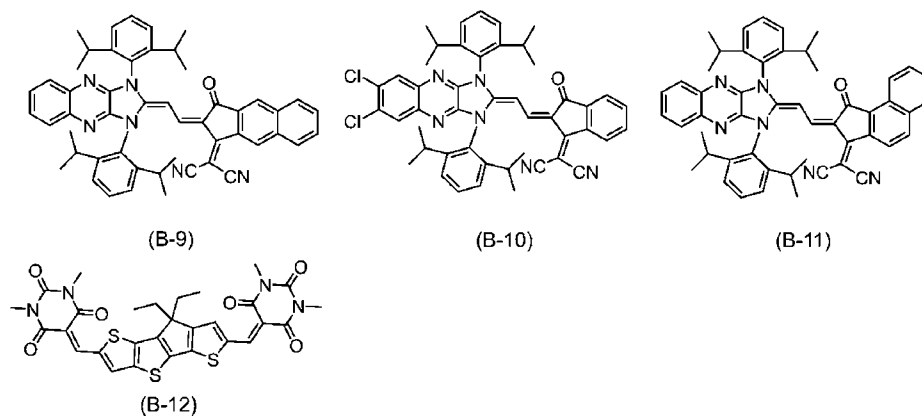


B-7



B-8

## 【0164】 [化 35]



### 【0165】[評價]

#### [ 試驗 X ]

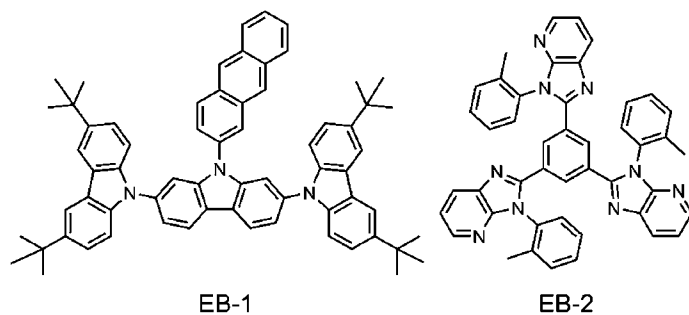
#### < 光電轉換元件的製作 >

使用評價化合物(特定化合物或比較用化合物)製作了圖 2 的形態的光電轉換元件。其中，光電轉換元件由下部電極 11、電子阻擋膜 16A、光電轉換膜 12、電洞阻擋膜 16B 及上部電極 15 構成。

具體而言，藉由濺射法在玻璃基板上將非晶質性 ITO 進行成膜而形成下部電極 11(厚度：30nm)，進一步藉由真空加熱蒸鍍法在下部電極 11 上將下述化合物(EB-1)進行成膜而形成了電子阻擋膜 16A(厚度：30nm)。進而，在電子阻擋膜 16A 上以成為表 1 及表 2 的成分比(體積比)的方式對表 1 及表 2 所示之各材料(評價化合物、p 型有機半導體及 n 型有機半導體(富勒烯(C<sub>60</sub>)))進行蒸鍍，從而形成了具有本體異質結構之光電轉換膜 12。進而，在光電轉換膜 12 上對下述化合物(EB-2)進行蒸鍍而形成了電洞阻擋膜 16B(厚度：10nm)。藉由濺射法在電洞阻擋膜 16B 上對非晶質性 ITO 進行成膜而形成了上部電極 15(透明導電性膜)(厚

度：10nm)。藉由真空蒸鍍法在上部電極 15 上形成 SiO 膜作為密封層之後，藉由 ALCVD( Atomic Layer Chemical Vapor Deposition：原子層化學氣相沉積)法在其上形成了氧化鋁(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)層。之後，在氮氣環境下的手套箱內，在 150°C 下加熱 30 分鐘，從而製作了光電轉換元件。

### 【0166】[化 36]



### 【0167】<暗電流>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法測量了暗電流。

以成為  $2.5 \times 10^5 \text{V/cm}$  的電場強度的方式對各光電轉換元件的下部電極及上部電極施加電壓，並測量了在暗處的電流值（暗電流）。其結果，確認到如下：在任意光電轉換元件中，暗電流亦為  $50 \text{nA/cm}^2$  以下，並且顯示充分低的暗電流。

### 【0168】<量子效率>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法測量了量子效率。

以成為  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  的電場強度的方式對各光電轉換元件施加電壓之後，從上部電極（透明導電性膜）側照射光，並對波長 460nm 的量子效率（光電轉換效率）進行評價，並按照式（S1）求

出量子效率。

【0169】式(S1): 量子效率(相對比) = (實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 下之量子效率) / (基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 下之量子效率)

“A”：量子效率為 1.6 以上

“B”：量子效率為 1.2 以上且小於 1.6

“C”：量子效率為 0.8 以上且小於 1.2

“D”：量子效率為 0.4 以上且小於 0.8

“E”：量子效率小於 0.4

再者，關於表 1 中所記載的實施例 1-1～實施例 1-44 及比較例 1-1～比較例 1-3，式(S1)中的上述基準實施例為實施例 1-39，關於表 2 中所記載的實施例 2-1～實施例 2-3 及比較例 2-1，式(S1)中的上述基準實施例為實施例 2-1。

#### 【0170】<響應速度>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度進行了評價。

以成為  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  的強度的方式對光電轉換元件施加了電壓。之後，瞬間點亮 LED (light emitting diode: 發光二極體) 並從上部電極(透明導電性膜)側照射光，用示波器測量此時在波長 460nm 下之光電流，並測量從 0%訊號強度上升至 97%訊號強度為止的上升時間，並按照式(S2)評價了相對響應速度。

式(S2): 相對響應速度 = (實施例或比較例的各光電轉換元件

在波長 460nm 下之上升時間) / (基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 下之上升時間)

“A”：相對響應速度小於 0.5

“B”：相對響應速度為 0.5 以上且小於 1.0

“C”：相對響應速度為 1.0 以上且小於 1.5

“D”：相對響應速度為 1.5 以上且小於 2.0

“E”：相對響應速度為 2.0 以上

再者，關於表 1 中所記載的實施例 1-1～實施例 1-44 及比較例 1-1～比較例 1-3，式(S2)中的上述基準實施例為實施例 1-39，關於表 2 中所記載的實施例 2-1～實施例 2-3 及比較例 2-1，式(S2)中的上述基準實施例為實施例 2-1。

#### 【0171】〈響應速度的電場強度依賴性〉

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度的電場強度依賴性進行了評價。

在上述〈響應速度〉的評價中，將施加到各光電轉換元件之電壓變更為  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ ，除此以外，藉由相同的步驟測量了  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  下之響應速度。

按照式(S3)求出響應速度的電場強度依賴性，並進行了評價。

式(S3)：響應速度的電場強度依賴性=(實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 下之  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  時的上升時間)/(實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 下之  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  時的上升時間)

再者，在式(S3)中，分子分母的各光電轉換元件相同。例如，關於實施例 1-1，比較實施例 1-1 的光電轉換效率在波長 460nm 下之  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  時的上升時間和實施例 1-1 的光電轉換效率在波長 460nm 下之  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  時的上升時間。

“A”：響應速度的電場強度依賴性小於 2.0

“B”：響應速度的電場強度依賴性為 2.0 以上且小於 3.0

“C”：響應速度的電場強度依賴性為 3.0 以上且小於 4.0

“D”：響應速度的電場強度依賴性為 4.0 以上且小於 5.0

“E”：響應速度的電場強度依賴性為 5.0 以上

【0172】在表 1 及表 2 中示出上述試驗 X 的評價結果。

表 1 及表 2 中的成分比率<sup>a</sup>（體積比）從左起依序示出評價化合物:p 型有機半導體:n 型有機半導體。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“X<sup>1</sup>的結構”、“Ar<sup>3</sup>的結構”及“A<sup>1</sup>和 A<sup>2</sup>的結構”的各欄中示出將評價化合物適用於式(1)中時的上述各部位的結構。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“X<sup>1</sup>的結構”中，“A”係指式(1)中的 X<sup>1</sup>與 -CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-對應之情況，“B”係指式(1)中的 X<sup>1</sup>與 -NR<sup>N</sup>-對應之情況，“C”係指式(1)中的 X<sup>1</sup>不與 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-及 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-對應的情況（表示硫原子或氧原子之情況）。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“Ar<sup>3</sup>的結構”中，“A”係指 Ar<sup>3</sup>與可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基對應之情況，“B”係指不與其對應的情況。

在表 1 及表 2 中的備註欄的“A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 的結構”中，將式 (1) 中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 的結構表示式 (C-1) 所表示之基之情況示出為“(C-1)”，將表示式 (C-2) 所表示之基之情況示出為“(C-2)”，將表示式 (A-2) 所表示之基之情況示出為“(A-2)”。

【0173】[表 1]

表 1	光電轉換膜的形成中所使用之各成分			備註			評價			
	評價化 化合物	種類		成分比 率 <sup>a</sup>	X <sup>1</sup> 的 結構	Ar <sup>3</sup> 的 結構	A <sup>1</sup> 和A <sup>2</sup> 的結構	量子效 率	響應速 度	響應速度的 電場強度依 賴性
		p 型有機 半導體	n 型有機 半導體							
實施例 1-1	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	B	A
實施例 1-2	1-1	D-2	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	C	B
實施例 1-3	1-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	B	A
實施例 1-4	1-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-1)	A	B	A
實施例 1-5	1-4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-1)	A	B	A
實施例 1-6	1-5	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-1)	A	B	A
實施例 1-7	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-8	2-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-2)	B	A	A
實施例 1-9	2-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-2)	B	A	A
實施例 1-10	2-4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-11	2-5	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-12	2-6	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-13	2-7	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-14	2-8	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-15	2-9	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-1)	B	A	A
實施例 1-16	2-10	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-1)	B	A	A
實施例 1-17	2-11	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	B	(C-1)	B	A	A
實施例 1-18	2-12	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-19	2-13	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-20	2-14	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-21	2-15	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-22	2-16	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-23	2-17	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-24	2-18	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-25	2-19	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-26	2-20	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-28	3-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-29	3-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-30	3-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-31	4-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-32	4-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-33	4-3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-34	4-4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-35	4-5	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-36	4-6	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-37	4-7	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-38	4-8	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-1)	A	A	A
實施例 1-39	5-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	C	A	(C-1)	C	C	C
實施例 1-40	5-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	C	A	(C-1)	C	C	C
實施例 1-41	1-6	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(C-2)	A	B	A
實施例 1-42	2-21	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-43	4-9	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
實施例 1-44	4-10	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
比較例 1-1	C1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	D	D	D
比較例 1-2	C2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	E	E	E
比較例 1-3	C3	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	D	D	D

【0174】[表 2]

表 2	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				備註			評價		
	種類			成分比率 <sup>a</sup>	X <sup>1</sup> 的結構	Ar <sup>3</sup> 的結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率	響應速度	響應速度的電場強度依賴性
	評價化合物	p 型有機半導體	n 型有機半導體							
實施例 2-1	6-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	B	A	(A-2)	C	C	B
實施例 2-2	6-2	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(A-2)	B	B	B
實施例 2-3	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	A	A	(C-2)	A	A	A
比較例 2-1	C4	D-1	C <sub>60</sub>	1:1:1	-	-	-	E	D	D

【0175】依據表 1 及表 2 所示之結果，明確可知：實施例的光電轉換元件在接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均優異。

【0176】依據實施例的對比，確認到如下：在使用 D-1 作為 p 型有機半導體之情況下，接收到藍色光時的響應性及響應速度的電場強度依賴性更優異（尤其，參照實施例 1-1 與實施例 1-2 的對比）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 Ar<sup>3</sup> 表示可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基之情況下，接收到藍色光時的量子效率更優異（尤其，參照實施例 1-8、實施例 1-9、實施例 1-15～實施例 1-17 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 表示式（C-1）或式（C-2）所表示之基之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異（尤其，參照實施例 2-1～實施例 2-2 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 X<sup>1</sup> 表示 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異

(尤其，參照實施例 1-39～實施例 1-40 的結果)。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式(1)中的  $X^1$  表示  $-CR^{C1}R^{C2}-$  或  $-SiR^{C1}R^{C2}-$  之情況下，接收到藍色光時的響應速度更優異(尤其，參照實施例 1-1、實施例 1-3～實施例 1-6、實施例 2-1 的結果)。

#### 【0177】〔試驗 Y〕

##### <光電轉換元件的製作>

以成為表 3 及表 4 的成分比(體積比)的方式對表 3 及表 4 所示之各材料(評價化合物、p 型有機半導體、n 型有機半導體(富勒烯(C<sub>60</sub>)及色素)進行蒸鍍來製作具有本體異質結構之光電轉換膜 12，除此以外，以與試驗 X 相同的方式製作了各實施例及各比較例的光電轉換元件。

#### 【0178】<暗電流>

以與試驗 X 相同的方式測量了暗電流。

其結果，確認到如下：在任意光電轉換元件中，暗電流亦為 50nA/cm<sup>2</sup> 以下，並且顯示充分低的暗電流。

#### 【0179】<量子效率>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法測量了量子效率。

以成為  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  的電場強度的方式對各光電轉換元件施加電壓之後，從上部電極(透明導電性膜)側照射光，並對波長 460nm 或波長 600nm 的量子效率(光電轉換效率)進行評價，並

按照式 (S4) 求出量子效率。

【0180】式 (S4)：量子效率 (相對比) = (實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之量子效率) / (基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之量子效率)

“A”：量子效率為 1.6 以上

“B”：量子效率為 1.2 以上且小於 1.6

“C”：量子效率為 0.8 以上且小於 1.2

“D”：量子效率為 0.4 以上且小於 0.8

“E”：量子效率小於 0.4

再者，關於表 3 中所記載的實施例 3-1～實施例 3-25 及比較例 3-1～比較例 3-3，式 (S4) 中的上述基準實施例為實施例 3-25，關於表 4 中所記載的實施例 4-1～實施例 4-3 及比較例 4-1，式 (S4) 中的上述基準實施例為實施例 4-1。

#### 【0181】<響應速度>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度進行了評價。

以成為  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  的強度的方式對光電轉換元件施加了電壓。之後，瞬間點亮 LED 並從上部電極 (透明導電性膜) 側照射光，用示波器測量此時在波長 460nm 或波長 600nm 下之光電流，並測量從 0% 訊號強度上升至 97% 訊號強度為止的上升時間，並按照式 (S5) 評價了相對響應速度。再者，在求出相對響應速度時，分子分母為相同的波長下之上升時間。

式(S5): 相對響應速度=(實施例或比較例的各光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之上升時間)/(基準實施例的光電轉換元件在波長 460nm 或波長 600nm 下之上升時間)

“A”：相對響應速度小於 0.5

“B”：相對響應速度為 0.5 以上且小於 1.0

“C”：相對響應速度為 1.0 以上且小於 1.5

“D”：相對響應速度為 1.5 以上且小於 2.0

“E”：相對響應速度為 2.0 以上

再者，關於表 3 中所記載的實施例 3-1~實施例 3-29 及比較例 3-1~比較例 3-3，式(S5)中的上述基準實施例為實施例 3-25，關於表 4 中所記載的實施例 4-1~實施例 4-3 及比較例 4-1，式(S5)中的上述基準實施例為實施例 4-1。

#### 【0182】<響應速度的電場強度依賴性>

關於所獲得之各光電轉換元件，藉由以下方法對響應速度的電場強度依賴性進行了評價。

在上述<響應速度>的評價中，將施加到各光電轉換元件之電壓變更為  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$ ，除此以外，藉由相同的步驟測量了  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  下之響應速度。

按照式(S6)求出響應速度的電場強度依賴性，並進行了評價。

式(S6): 響應速度的電場強度依賴性=(實施例或比較例的各光電轉換元件在各波長下之  $7.5 \times 10^4 \text{V/cm}$  時的上升時間)/(實施例或比較例的各光電轉換元件在各波長下之  $2.0 \times 10^5 \text{V/cm}$  時的上

升時間)

再者，在式 (S6) 中，分子分母的各光電轉換元件相同。

“A”：響應速度的電場強度依賴性小於 2.0

“B”：響應速度的電場強度依賴性為 2.0 以上且小於 3.0

“C”：響應速度的電場強度依賴性為 3.0 以上且小於 4.0

“D”：響應速度的電場強度依賴性為 4.0 以上且小於 5.0

“E”：響應速度的電場強度依賴性為 5.0 以上

【0183】在表 3 及表 4 中示出試驗 Y 的評價結果。

表 3 及表 4 中的成分比率<sup>a</sup> (體積比) 從左起依序示出評價化合物:p 型有機半導體:n 型有機半導體:色素。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“X<sup>1</sup> 的結構”、“Ar<sup>3</sup> 的結構”及“A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 的結構”的各欄中示出將評價化合物適用於式 (1) 中時的上述各部位的結構。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“X<sup>1</sup> 的結構”中，“A”係指式 (1) 中的 X<sup>1</sup> 與 -CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 或 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 對應之情況，“B”係指式 (1) 中的 X<sup>1</sup> 與 -NR<sup>N</sup>- 對應之情況，“C”係指式 (1) 中的 X<sup>1</sup> 不與 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 及 -SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>- 對應的情況 (表示硫原子或氧原子之情況)。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“Ar<sup>3</sup> 的結構”中，“A”係指 Ar<sup>3</sup> 與可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基對應之情況，“B”係指不與其對應的情況。

在表 3 及表 4 中的備註欄的“A<sup>1</sup> 和 A<sup>2</sup> 的結構”中，將式 (1) 中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 的結構表示式 (C-1) 所表示之基之情況示出為“(C-

1) ”，將表示式 (C-2) 所表示之基之情況示出為“(C-2)”，將表示式 (A-2) 所表示之基之情況示出為“(A-2)”。

【0184】 [表 3]

表 3 (其 1)	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				成分比率 <sup>a</sup>	備註			評價					
	種類					X <sup>1</sup> 的 結構	Ar <sup>3</sup> 的 結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性	
	評價化合 物	p 型有機 半導體	n 型有機 半導體	色素					460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 3-1	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-1	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-2	1-1	D-2	C <sub>60</sub>	B-1	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	C	C	B	B
實施例 3-3	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-2	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-4	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-3	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-5	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-4	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-6	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-5	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-7	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-6	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-8	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-7	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-9	1-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-10	1-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-11	1-3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-1)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-12	1-4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-1)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-13	1-5	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-1)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-14	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-15	2-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	B	(C-2)	B	A	A	A	A	A
實施例 3-16	2-4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A

【0185】[表 4]

表 3 (其 2)	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				成分比率 <sup>a</sup>	備註			評價					
	種類					X <sup>1</sup> 的 結構	Ar <sup>3</sup> 的 結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性	
	評價 化合物	p 型有機 半導體	n 型有機 半導體	色素					460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 3-17	2-5	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-18	2-6	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-19	2-8	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-20	2-12	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-21	3-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-22	3-3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-23	4-3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-24	4-4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-1)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-25	5-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	C	A	(C-1)	C	C	C	C	C	C
實施例 3-26	1-6	D-1	C <sub>60</sub>	B-9	0.5:1:1:0.5	B	A	(C-2)	A	A	B	B	A	A
實施例 3-27	2-21	D-1	C <sub>60</sub>	B-10	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-28	4-9	D-1	C <sub>60</sub>	B-11	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
實施例 3-29	4-10	D-1	C <sub>60</sub>	B-12	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
比較例 3-1	C1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	D	B	D	C	D	D
比較例 3-2	C2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	E	C	E	D	E	E
比較例 3-3	C3	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	D	B	D	D	D	D

【0186】[表 5]

表 4	光電轉換膜的形成中所使用之各成分				成分比率 <sup>a</sup>	備註			評價					
	種類					X <sup>1</sup> 的 結構	Ar <sup>3</sup> 的 結構	A <sup>1</sup> 和 A <sup>2</sup> 的結構	量子效率		響應速度		響應速度的電場強度依賴性	
	評價 化合物	p 型有機 半導體	n 型有機 半導體	色素					460nm	600nm	460nm	600nm	460nm	600nm
實施例 4-1	6-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	B	A	(A-2)	C	C	C	C	B	B
實施例 4-2	6-2	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(A-2)	B	B	B	B	B	B
實施例 4-3	2-1	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	A	A	(C-2)	A	A	A	A	A	A
比較例 4-1	C4	D-1	C <sub>60</sub>	B-8	0.5:1:1:0.5	-	-	-	E	C	D	D	D	D

【0187】依據表 3 及表 4 所示之結果，明確可知：實施例的光電轉換元件在接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均優異。

【0188】依據實施例的對比，確認到如下：在使用 D-1 作為 p 型有機半導體之情況下，接收到藍色光時的響應性及響應速度的電場強度依賴性更優異（尤其，參照實施例 3-1 與實施例 3-2 的對比）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 Ar<sup>3</sup> 表示可以具有取代基的單環的伸芳基或可以具有取代基的單環的雜伸芳基之情況下，接收到藍色光時的量子效率更優異（尤其，參照實施例 3-15 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 A<sup>1</sup> 及 A<sup>2</sup> 表示式（C-1）或式（C-2）所表示之基之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異（尤其，參照實施例 4-1～實施例 4-2 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 X<sup>1</sup> 表示 -NR<sup>N</sup>-、-CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，接收到藍色光時的量子效率、響應性及響應速度的電場強度依賴性中的任一種均更優異（尤其，參照實施例 3-25 的結果）。

又，依據實施例的對比，確認到如下：在式（1）中的 X<sup>1</sup> 表示 -CR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-或-SiR<sup>C1</sup>R<sup>C2</sup>-之情況下，接收到藍色光時的響應速度更優異（尤其，參照實施例 3-1～實施例 3-13、實施例 4-1 的結果）。

**【符號說明】****【0189】**

10a,10b:光電轉換元件

11:導電性膜（下部電極）

12:光電轉換膜

15:透明導電性膜（上部電極）

16A:電子阻擋膜

16B:電洞阻擋膜